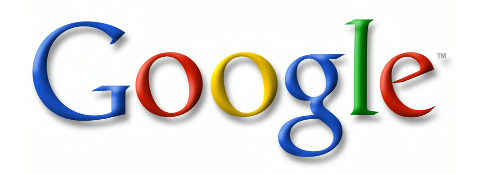
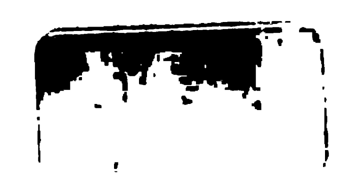



UC-NRLF
B 3 851 625



ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, L. RADLKOFER, C. VOIT,

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

IX. BAND.

MIT 4 TAFELN UND 1 TABELLE.



MÜNCHEN, 1873.

VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Druck von C. R. Schurich in München.

INHALT.

Ueber die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Fett.

Von

M. v. Pettenkofer und **C. Voit.**

Unsere früheren Versuche haben ergeben, dass bei Darreichung von reinem Fett die Fettabgabe vom Körper ganz aufgehoben, ja sogar Fett angesetzt werden kann, während stets noch Eiweiss verloren geht,[1]) dass dagegen bei Zufuhr von Fleisch unter allmäliger Aufhebung des Eiweissverlustes der Körper immer weniger Fett einbüsst, bis er sich mit Fleisch völlig erhält oder selbst Fett aus dem zersetzten Eiweiss ablagert.[2])

Es ist die Aufgabe dieser Abhandlung, darüber zu berichten, wie sich der Umsatz des Fettes gestaltet, wenn zum Fleische der Nahrung noch Fett hinzugefügt wird; der Einfluss des Fettes auf den Eiweissumsatz ist von dem einen von uns (V.) früher schon eingehend besprochen worden.

Die Versuche wurden an dem nämlichen grossen Hunde angestellt, der auch zu den früher mitgetheilten gedient hatte, und zwar bei verschiedenen Mengen von Fleisch und Fett. Was die Methoden betrifft, so verweisen wir auf unsere letzten hieher gehörigen Angaben in dieser Zeitschrift.[3])

Die folgende Tabelle soll zunächst eine Uebersicht über die Hauptresultate der 17 Versuche bieten:

---

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 369.
2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 489.
3) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 434.

Nr.	Datum	Nahrung			Harn		Respiration				
		Fleisch	Fett	Wasser	Menge	Harnstoff	CO_2	HO	H	CH_2	O
1.	24. Febr. 61	400	200	578	288	31.3	590.8	(910.9)	—	—	(585.7)
2.	21. April 61	800	350	453	483	45.1	598.1	(736.4)	—	—	(584.5)
3.	23. „ 61	1800	350	1410	867	93.0	840.4	—	—	—	—
4.	3. Juni 62	500	200	0	361	37.6	417.3	426.9	6.4	3.7	299.4
5.	6. „ 62	500	200	105	316	36.3	427.8	626.5	4.8	4.5	274.8
6.	22. Juli 62	500	200	0	285	32.4	473.0	554.4	6.3	17.1	449.2
7.	27. „ 62	500	200	0	293	35.1	478.5	644.6	2.8	8.3	186.9
8.	30. „ 62	500	200	370	341	37.6	466.5	670.5	—	—	374.0
9.	9. März 63	1500	30	0	1030	104.6	535.0	325.6	0	1.4	400.0
10.	13. „ 63	1500	30	0	1055	105.2	533.0	329.9	0	0	475.9
11.	17. „ 63	1500	60	0	1139	107.6	560.4	403.7	0	17.3	503.4
12.	20. „ 63	1500	100	0	989	98.8	507.7	348.8	0.7	3.5	432.7
13.	24. „ 63	1500	100	0	1016	102.8	561.9	398.2	1.5	0	480.1
14.	27. „ 63	1500	150	0	1060	105.7	563.3	390.6	2.5	0	564.4
15.	30. „ 63	1500	150	0	1073	103.4	571.7	362.2	0.9	0	478.7
16.	12. Mai 63	500	100	0	353	35.1	361.6	274.7	3.2	0	377.5
17.	18. Juni 63	1500	100	0	979	104.6	508.7	355.1	1.5	0.9	397.3

Auch hier werden wir nicht eine chronologische Reihenfolge bei der näheren Auseinandersetzung der Versuchsresultate einhalten, sondern mit den Fütterungsreihen mit den geringsten Fleischmengen beginnen und zu denen mit grösseren übergehen.

I. Abschnitt.

400 Fleisch und 200 Fett.

Reihe vom 20.—25. Februar 1861.

Nachdem das Thier nach längerem gemischtem Fressen vom 15.—20. Febr. 1861 täglich 1800 Fleisch erhalten hatte, mit denen es sich schliesslich im Eiweiss- und Fettgleichgewichte befand, bekam es während fünf Tagen (20.—25. Febr.) 400 Fleisch und 200 Fett.

Dabei entleerte es folgende Harnstoffquantitäten und zersetzte folgende Fleischmengen:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1	44.5	655
2	38.6	564
3	34.7	496
4	32.5	469
5	31.3	450

Anfangs wurde also wegen der vorausgehenden reichlichen Fleischzufuhr mehr Fleisch zersetzt als später, und noch am fünften Tage wurden 50 Fleisch mehr in den Zerfall gezogen als verzehrt worden waren.

Am fünften Tage kam der Hund in den Respirationsapparat, es wurde aber damals nur die Kohlensäure der Athemluft bestimmt; wir können daraus den Fettverbrauch wohl entnehmen, und wir suchen auch die Menge des zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthigen Sauerstoffs und die Abgabe von Wasserdunst nach den früher gemachten Annahmen und Vorbehalten zu berechnen.

Wir erhielten:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
24. Februar	32.910	578	288	31.3	590.8
25. „	32.880				

Berechnet man die Elemente der Einnahmen und Ausgaben, so findet sich der Umsatz an Fleisch und Fett, und das, was der Organismus daran gewonnen oder verloren hat.

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6	5.2
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Wasser . . .	578.0	578.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . .	585.7	—	—	—	—	585.7	—
	1763.7	881.6	203.1	30.7	13.6	629.5	5.2
		97.9 *H*		97.9		783.7	
		783.7 *O*		128.6		1413.2	

	HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 288.0	247.2	8.8	2.3	14.6	10.4	4.7
Koth 36.9	21.5	8.8	1.3	0.7	2.0	3.1
Respiration . . 1501.7	910.9	161.1	—	—	429.7	—
1826.6	1179.6	178.2	3.6	15.3	442.1	7.8
	131.1 *H*		131.1		1048.5	
	1048.5 *O*		134.7		1490.6	
Differenz = — 62.9	—	+ 24.9	— 6.1	— 1.7	— 77.4	— 2.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . .	178.2	134.6	15.3	904.9	7.8
in 449.7 Fleisch . .	56.3	45.7	15.3	326.5	5.9
in 159.4 Fett . . .	121.9	19.0	0	18.5	0
Rest Wasser . . .	0	69.9	0	559.9	1.9

Sauerstoff berechnet: 585.7.

Darnach ergeben sich folgende Zersetzungen:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
449.7	— 49.7	159.4	+ 40.6	— 91.5	585.7

Mit 400 Fleisch und 200 Fett erhält sich also der Körper des Hundes nicht auf seiner Zusammensetzung, er giebt noch von seinem eigenen Fleische (50 Grmm.) ab und setzt dagegen Fett (41 Grmm.) an. Als eben ausreichende Nahrung hätte man daher etwas mehr Fleisch und etwas weniger Fett darreichen müssen, und zwar etwa 500 Fleisch mit 159 Fett. In der vorausgehenden Reihe, wo 1800 Fleisch gefüttert worden waren, wurden 1757 Fleisch zersetzt und 1 Fett aus dem letzteren angesetzt.

Die Zersetzung von 159 Fett und die Aufnahme von 586 Sauerstoff bei Zufuhr von 400 Fleisch ist eine sehr bedeutende; um den Grund hiefür zu finden, muss man ins Auge fassen, dass der Körperzustand des Thieres durch die vorausgehende Fütterung mit ge-

mischter Kost und mit 1800 Fleisch ein sehr guter war, und dass namentlich durch das gemischte Fressen und die fünftägige Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett eine reichliche Ablagerung von Fett stattgefunden hatte.

II. Abschnitt.

1) 500 Fleisch und 100 Fett

den 12. Mai 1863.

Das Thier hatte vom 20. April bis 12. Mai 500 Fleisch erhalten und bekam am 12. Mai zu dieser Fleischportion noch 100 Fett. Es waren vorher im Mittel aus den vier letzten Versuchen bei 500 Fleisch 566 Fleisch und 47 Fett zersetzt worden, d. h. der Körper hatte noch 66 Fleisch und 47 Fett verloren; die mittlere Sauerstoffmenge betrug dabei 328.8 Grmm.

An Harnstoff wurde ausgeschieden:

Datum	Nahrung		Harnstoff
	Fleisch	Fett	
23. April	500	0	40.2
*24. "	500	100	37.2
25. "	500	0	40.3
26. "	500	0	41.9
27. "	500	0	41.3
28. "	500	0	41.5
29. "	500	0	41.2
30. "	500	0	41.5
1. Mai	500	0	40.2
2. "	500	0	40.1
3. "	500	0	41.6
4. "	500	0	39.3
5. "	500	0	41.5
6. "	500	0	39.5
7. "	500	0	40.0
8. "	500	0	40.0
9. "	500	0	38.9
10. "	500	0	39.7
11. "	500	0	40.3
*12. "	500	100	35.1
13. "	500	0	38.8
14. "	500	0	40.2

Datum	Nahrung		Harnstoff
	Fleisch	Fett	
15. Mai	500	0	39.5
16. „	500	0	4[illegible]
17. „	500	0	40.1
18. „	500	0	40.9
19. „	500	0	41.6
20. „	500	0	39.2
21. „	500	0	40.0
22. „	500	0	40.5

An den beiden mit * bezeichneten Versuchstagen, an welchen zum Fleisch 100 Fett hinzugegeben wurden, war die Harnstoffmenge, also auch die Eiweisszersetzung eine geringere. Am 12. Mai, wo der Hund im Respirationsapparate sich befand, erhielten wir:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_4	Sauerstoff
12. Mai . .	31.340	353	35.1	361.6	274.7	3.2	0	377.5
13. „ . .	31.323	—	—	—	—	—	—	—

Dies in die Elemente aufgelöst ergiebt:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8	6.5
Fett	100.0	—	76.5	11.9	—	11.6	—
Sauerstoff . .	375.5	—	—	—	—	375.5	—
	975.5	379.5	139.1	20.6	17.0	412.9	6.5
		42.1 H		42.1		337.3	
		337.3 O		62.7		750.2	
Ausgaben:							
Harn . . .	353.0	307.2	9.8	2.6	16.4	11.7	5.2
Koth	14.9	8.1	3.6	0.5	0.3	0.9	1.5
Respiration .	639.5	274.7	98.6	3.2	—	263.0	—
	1007.4	590.0	112.0	6.3	16.7	275.6	6.7
		65.5 H		65.5		524.5	
		524.5 O		71.8		800.1	
Differenz =	— 31.9	—	+ 27.1	— 9.1	+ 0.3	— 49.9	— 0.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . .	112.0	71.8	16.7	424.6	6.8
in 491.2 Fleisch . .	61.5	49.9	16.7	356.7	6.4
in 66.0 Fett . . .	50.5	7.8	0	7.7	0
Rest Wasser . . .	0	14.1	0	60.2 nach $H = 112.6$	0.4

Sauerstoff berechnet 323.1
Sauerstoff auf. . . 375.5 (+ 14%)

Es sind also zersetzt worden:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
491.2	+ 8.8	66.0	+ 34.0	— 15.6	375.5

Die Zersetzung von Fett ist hier ungleich geringer als in der vorigen Reihe bei Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett; es wurden nämlich hier bei Zusatz von 100 Fett zum Fleisch nur 66 Fett zerstört, in der vorigen Reihe aber bei Zusatz von 200 Fett 159 Grmm. Der Körper verhält sich auch in beiden Reihen sehr ungleich; während derselbe früher, wie oben angegeben, reich an Fleisch und namentlich auch an Fett war, hatte er vor der jetzigen Reihe durch die 22 tägige Fütterung mit nur 500 Fleisch nach und nach gegen 1400 Fleisch und 1000 Fett eingebüsst.

Von Interesse ist der Vergleich der Effekte der Fütterung von 500 Fleisch mit der von 500 Fleisch und 100 Fett und der früher mitgetheilten[1]) von 100 Fett allein. Er zeigt Folgendes:

Nahrung	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
500 Fleisch	566	— 66	47	— 47	329	330
500 Fleisch u. 100 Fett	491	+ 9	66	+ 34	375	323
100 Fett	159	— 159	94	+ 6	262	308

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 388.

Während also bei 500 Fleisch allein das Thier zu Grunde gegangen wäre, da es stets noch Fleisch und Fett von sich verlor, bewirkte die Zugabe ven 100 Fett zum Fleisch, dass der Körper kein Eiweiss mehr abgab und Fett ansetzte.

Bei Fütterung mit 500 Fleisch wird am meisten Fett zersetzt, mehr bei 500 Fleisch und 100 Fett, am meisten bei 100 Fett allein; die Fettzerstörung steht in umgekehrtem Verhältnisse zum Eiweisszerfall.

2) 500 Fleisch und 200 Fett.

Reihe vom 3. Juni bis 31. Juli 1862.

Nachdem der Hund vom 17. April bis 3. Juni, also während 47 Tagen, täglich 500 Fleisch und 200 Stärke oder Zucker erhalten hatte, wobei er im Ganzen 2377 Fleisch verlor, aber etwa 822 Fett ansetzte, bekam er vom 3. Juni bis 31. Juli 500 Fleisch und 200 Fett. Er befand sich dabei nahezu im Stickstoffgleichgewichte, denn er setzte in den 58 Tagen nur 94 Fleisch an.

Während dieser Zeit wurden fünf Respirationsversuche gemacht und zwar am 3. und 6. Juni und am 22., 27. und 30 Juli.

Es wurde an den fünf Versuchstagen an Harnstoff ausgeschieden:

3. Juni . . .	37.6	27. Juli . . .	35.1
6. „ . . .	36.3	30. „ . . .	37.6
22. Juli . . .	32.4		

Die mittlere tägliche Harnstoffmenge der ganzen Reihe betrug 34.9 Grmm.

Die Versuche ergaben folgende Hauptresultate:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
3. Juni	29.680	0	361	37.6	417.3	426.9	6.4	3.7	299.4
4. „	29.464								
6. „	29.710	105	316	36.3	427.8	626.5	4.3	4.5	274.8
7. „	29.410								
22. Juli	34.120	0	285	32.4	473.0	554.4	6.3	17.1	449.2
23. „	33.933								
27. „	34.520	0	298	35.1	478.5	644.6	2.8	8.3	186.9
28. „	33.976								
30. „	34.470	370	341	37.6	466.5	670.5	—	—	374.0
31. „	34.423								

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben führt zu folgenden Werthen:

a) den 3. Juni:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Sauerstoff . .	299.4	—	—	—	—	299.4	—
	999.4	379.5	215.6	32.4	17.0	348.3	6.5
		42.2 *H*		42.2		337.3	
		337.3 *O*		74.6		685.6	
Ausgaben:							
Harn . . .	361.1	312.1	10.5	2.8	17.5	12.5	5.6
Koth . . .	39.6	24.9	8.6	1.3	0.8	2.1	1.9
Respiration .	854.3	426.9	116.6	7.3	—	303.5	—
	1255.0	763.9	135.7	11.4	18.3	318.1	7.5
		84.9 *H*		84.9		679.0	
		679.0 *O*		96.3		997.1	
Differenz =	— 255.6	—	+ 79.9	— 21.6	— 1.3	— 311.5	— 1.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . .	135.7	96.2	18.3	697.8	7.5
in 538.0 Fleisch . .	67.1	54.7	18.3	390.7	7.0
in 89.4 Fett . . .	68.4	10.6	0	10.4	0
Rest Wasser . . .	0	30.9	0	296.7 nach *H* = 247.4	0.6

Sauerstoff berechnet = 348.7
Sauerstoff auf . . = 299.4 (= — 16 %).

Es wird darnach im Körper zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
538.0	— 38.0	89.4	+ 110.6	— 307.7	299.4

Der Körper reichte also mit 500 Fleisch nicht ganz aus, um das Eiweissbedürfniss zu decken, er verbrauchte aber von 200 Fett nur 89.4 Grmm.

b) den 6. Juni:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Wasser . . .	105.0	105.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . .	274.8	—	—	—	—	274.8	—
	1079.8	484.5	215.6	32.4	17.0	323.7	6.5
		53.8 *H*		53.8		430.7	
		430.7 *O*		86.3		754.4	
Ausgaben:							
Harn . . .	316.7	269.3	10.2	2.7	16.9	12.2	5.4
Koth	39.6	24.9	8.6	1.3	0.8	2.1	1.9
Respiration .	1063.1	626.5	120.0	5.4	—	311.2	—
	1419.4	920.7	138.8	9.4	17.7	325.5	7.4
		102.3 *H*		102.3		818.4	
		818.4 *O*		111.7		1143.9	
Differenz =	— 339.6	—	+ 76.8	— 25.4	— 0.7	— 389.5	— 0.9

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	138.8	111.7	17.7	869.2	7.4
in 520.6 Fleisch . .	65.2	52.9	17.7	378.0	6.8
in 96.2 Fett . . .	73.6	11.4	0	11.2	0
Rest Wasser . . .	0	47.3	0	479.9 nach *H* = 378.6	0.6

Sauerstoff berechnet 375.9,
Sauerstoff auf . . 274.8 (= — 37 %).

Es ergiebt sich daraus folgender Verbrauch:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
520.6	— 20.6	96.2	+ 103.8	— 337.3	274.8

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie im vorigen Versuche.

c) Den 22. Juli:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Sauerstoff . .	449.2	—	—	—	—	449.2	—
	1149.2	379.5	215.6	32.4	17.0	498.1	6.5
		42.2 *H*		42.2		337.3	
		337.3 *O*		74.6		835.4	
Ausgaben:							
Harn . . .	285.4	243.2	9.1	2.1	15.1	10.8	4.8
Koth. . . .	39.6	24.9	8.6	1.3	0.8	2.1	1.9
Respiration .	1050.8	554.4	141.8	10.6	—	344.0	-
	1375.8	822.5	159.5	14.3	15.9	356.9	6.8
		91.4 *H*		91.4		731.1	
		731.1 *O*		105.7		1088.0	
Differenz =	— 226.6	—	+ 56.1	— 31.1	+ 1.1	— 252.5	— 0.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	159.5	105.7	15.9	638.8	6.8
in 466.8 Fleisch . .	58.4	47.5	15.9	338.9	6.1
in 132.1 Fett . . .	101.0	15.7	0	15.3	0
Rest Wasser . . .	0	42.5	0'	284.5 nach *H* = 340.0	0.7

Sauerstoff berechnet 393.6,
Sauerstoff auf . . 449.2 (+ 12%).

Es wurden also umgesetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
466.8	+ 33.2	132.1	+ 67.9	— 358.1	449.2

Es wurde hier etwas Fleisch angesetzt und etwas mehr Fett verbraucht als in den beiden vorausgehenden Versuchen.

d) Den 27. Juli:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Sauerstoff . .	186.9	—	—	—	—	186.9	—
	886.9	379.5	215.6	32.4	17.0	235.8	6.5
		42.2 *H*		42.2		337.3	
		337.3 *O*		74.6		573.1	
Ausgaben:							
Harn . . .	296.8	251.0	9.9	2.6	17.0	11.7	5.2
Koth . . .	39.6	24.9	8.6	1.3	0.8	2.1	1.9
Respiration .	1134.2	644.6	136.7	4.9	—	348.0	—
	1470.6	920.5	155.1	8.8	17.8	361.8	7.1
		102.3 *H*		102.3		818.3	
		818.3 *O*		111.1		1180.1	
Differenz =	— 583.7	—	+ 60.5	— 36.4	— 0.8	— 606.9	— 0.7

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	155.1	111.0	17.8	993.2	7.2
in 523.5 Fleisch . .	65.5	53.2	17.8	380.1	6.8
in 117.1 Fett . . .	89.6	13.9	0	13.6	0
Rest Wasser . . .	0	43.9	0	599.4 nach *H* = 351.2	0.4

Sauerstoff berechnet 435.1
Sauerstoff auf . . 186.9 (— 133 %).

Darnach resultiren folgende Vorgänge im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
523.5	— 23.5	117.1	+ 82.9	— 412.7	186.9

Es ergeben sich hier ähnliche Verhältnisse wie in den Versuchen a und b.

e) Den 30. Juli:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Fett	200.0	—	153.0	23.8	—	23.2	—
Wasser . . .	370.0	370.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . .	374.0	—	—	—	—	374.0	—
	1444.0	749.5	215.6	32.4	17.0	422.9	6.5
		83.3 *H*		83.3		666.2	
		666.2 *O*		115.7		1089.2	
Ausgaben:							
Harn . . .	342.3	293.3	10.5	2.8	17.5	12.5	5.6
Koth. . . .	39.6	24.9	8.6	1.3	0.8	2.1	1.9
Respiration .	1148.7	670.5	133.4	5.5	—	339.3	—
	1530.6	988.7	152.5	9.6	18.3	353.9	7.5
		107.8 *H*		109.8		878.9	
		878.9 *O*		119.4		1232.8	
Differenz =	— 86.6	—	+ 63.1	— 3.7	— 1.3	— 143.6	— 1.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . .	152.5	119.4	18.3	858.8	7.5
in 538.0 Fleisch . .	67.4	54.7	18.3	390.7	7.0
in 111.3 Fett . . .	85.2	13.2	0	12.9	0
Rest Wasser . . .	0	51.5	0	455.2 nach *H* = 412.0	0.6

Sauerstoff berechnet 417.1,
Sauerstoff auf . . 374.0 (— 11%).

Dies giebt nachstehende Veränderungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
538.0	— 38.0	111.3	+ 88.7	— 123.0	374.0

Die Resultate sind im grossen Ganzen die nämlichen wie in den Versuchen a), b) und d).

Der besseren Uebersicht halber stellen wir die Hauptresultate obiger fünf Versuche zusammen:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
a) 538.0	— 38.0	89.4	+ 110.6	— 307.7	299.4	318.7
b) 520.6	— 20.6	96.2	+ 103.8	— 337.3	274.8	375.9
c) 466.8	+ 33.2	132.1	+ 67.9	— 358.1	449.2	393.6
d) 523.5	— 23.5	117.1	+ 82.9	— 412.7	186.9	435.1
e) 538.0	— 38.0	111.3	+ 88 6	— 123.0	374.0	417.1
Mittel: 517.4	— 17.4	109.2	+ 90.8	— 307.8	316.9	394 1

Daraus ergiebt sich, dass das Thier nach dem Mittel der fünf Versuchstage mit 500 Fleisch nicht ganz zureichte, um den Eiweissverlust zu verhüten; nach dem Gesammtmittel der 58 Tage setzte es im Tag 2 Grmm. Fleisch an, d. h. es befand sich der Körper wie in der vorher mitgetheilten Reihe mit 500 Fleisch und 100 Fett nahezu im Stickstoffgleichgewichte.

Es wurden dagegen im Mittel täglich 109.2 Fett zersetzt und 90.8 Fett am Körper abgelagert; in der vorigen Reihe bei Zufuhr von 100 Fett wurden nur 66 Fett zersetzt. Die beiden Versuche unterscheiden sich dadurch von einander, dass ein Mal 100, das andere Mal 200 Fett dargereicht worden waren, und ferner, dass in der früheren Reihe, wo durch die vorhergehende Fütterung mit 500 Fleisch in 22 Tagen etwa 1400 Fleisch und 1000 Fett vom Körper eingebüsst wurden, der Körper ärmer an Fett war als in der jetzigen, wo bei der Darreichung von 500 Fleisch und viel Kohlehydraten in 47 Tagen zwar 2377 Fleisch vom Körper abgegeben, aber dagegen 822 Fett angesetzt wurden. Während der 58tägigen Reihe mit 500 Fleisch und 200 Fett wurde anfangs, am ersten und vierten Tage der Fütterung, im Mittel nur 93 Fett zersetzt, später aber am 50., 55. und 58. Tage, nachdem das Thier um etwa 5350 Fett reicher geworden war, wurde täglich 120 Fett verbraucht. Damit steht in Zusammenhang, dass der Fettgehalt des

Kothes im Anfange ansehnlich geringer ist als später; es wird also, wenn der Körper sehr reich an Fett geworden ist, weniger Fett aus dem Darme resorbirt; der Koth enthielt nämlich:

vom 5. Juni bis 6. Juli . . 24.90 % Fett
„ 9. bis 23. Juli . . . 32.08 „ „
„ 25. Juli bis 2. August . 37.59 „ „

Im Tag wurden im Mittel entfernt:

	Trockner Koth	Fett im Koth
in den ersten 33 Tagen . .	13.4	3.3
„ „ folgenden 17 Tagen .	15.0	4.8
„ „ letzten 8 „ . .	19.5	7.3

Im Ganzen wurden in den 58 Tagen 5266 Fett abgelagert.

Der Körper verlor in allen Versuchen nicht unbeträchtliche Mengen von Wasser. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass das Thier zwar an den 53 Zwischentagen stets Wasser vorgesetzt erhielt, jedoch nicht an den Versuchstagen a, c und d. Im Ganzen wurde der Körper während der 58tägigen Fütterung mit 500 Fleisch und 250 Fett ärmer an Wasser; am ersten Tage wog das Thier bei leerem Darme 29607 Grmm., am letzten ebenfalls bei leerem Darme 34284 Grmm; während dieser Zeit hatte es 29 trocknes Eiweiss und 5266 Fett = 5295 feste Substanz angesetzt, es war aber nur um 4677 Grmm. schwerer geworden, es musste also 618 Grmm. Wasser abgegeben haben. Es ist dies übereinstimmend mit der alten Erfahrung, dass bei der Mästung und dem Fettansatz die Gewebe der Thiere procentig mehr feste Theile enthalten.

III. Abschnitt.

800 Fleisch und 350 Fett.

Reihe vom 20.—22. April 1861.

Der Hund hatte nach einer 8tägigen Hungerreihe und 6tägiger Fütterung mit gemischtem Fressen am 18. und 19. April 350 Fett erhalten und darauf am 20. und 21. April 800 Fleisch und 350 Fett. Am 20. April wurden 39.2, und am 21. April 45.1 Harnstoff ausgeschieden. Den letzteren Tag brachte er im Respirationsapparate

zu, der damals nur für die Kohlensäurebestimmung eingerichtet war; die Sauerstoffmenge ist daher hier nicht direkt bestimmt, sondern nur gerechnet, ebenso die Menge des verdunsteten Wassers.

Es ergaben sich dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
21. April	32.410	453	483	45.1	598.1
22. „	32.780				

Die Berechnung der Elemente lehrt folgendes:

	HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:						
Fleisch . . 800.0	607.2	100.2	13.8	27.2	41.2	10.4
Fett . . . 350.0	—	267.7	41.7	—	40.6	—
Wasser . . 453.0	453.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . 584.5	—	—	—	—	584.5	—
2187.5	1060.2	367.9	55.5	27.2	666.3	10.4
	117.8 *H*		117.8		942.4	
	942.4 *O*		173.3		1608 7	
Ausgaben:						
Harn . . . 483.0	424.2	12.7	3.3	21.1	15.0	6.7
Koth . . . 42.9	29.5	7.5	1.2	0.5	1.7	2.5
Respiration. 1334.5	736.4	163.1	—	—	435.0	—
1860.4	1190 0	183.3	4.5	21.6	451.8	9.2
	132.2 *H*		132.2		1057.8	
	1057.8 *O*		136.7		1509.6	
Differenz = + 327.1	—	+ 184.6	+ 36.6	+ 5.6	+ 99.1	+ 1.2

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	183.3	136.7	21.6	925.1	9.2
in 636.0 Fleisch . .	79.5	64.5	21.6	461.1	8.3
in 135.7 Fett . . .	103.8	16 1	0	15.7	0
Rest Wasser . . .	0	56.0	0	456.1	0.9
				nach *H* = 448.2	

Sauerstoff berechnet 584.5.

Das Resultat ist darnach:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
635.0	+ 165.0	135.7	+ 214.3	+ 73.0	584.5

Bei 800 Fleisch und der grossen Zugabe von 350 Fett wird ziemlich viel Fleisch angesetzt, vor Allem aber wird sehr viel Fett im Körper abgelagert; die Menge des verbrauchten Fettes ist eine ziemlich beträchtliche.

Der Hund hatte am 18. und 19. April 350 Fett ohne Fleisch erhalten und am 19. April war ein früher veröffentlichter Respirationsversuch[1]) gemacht worden; es lässt sich daher zusehen, welchen Unterschied in den Zersetzungen die Zugabe von 800 Fleisch hervorgebracht hat. Es fanden sich:

Datum 1861	Nahrung	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Sauerstoff nöthig
19. April	350 Fett	227	— 227	164	+ 186	522
21. „	800 Fl. u. 350 Fett	635	+ 165	136	+ 214	584

Bei Zufuhr von 800 Fleisch und 350 Fett wird demnach mehr Fleisch und weniger Fett zersetzt als bei 350 Fett allein.

IV. Abschnitt.

1) 1500 Fleisch und 30 Fett.

Reihe vom 9.—17. März 1863.

Nachdem dem Hunde vom 16. Febr. bis 9. März 1500 Fleisch dargereicht worden waren, erhielt er vom 9. bis 17. März zu derselben Fleischportion 30 Fett zu. Auf den 9. und 13. März fielen Respirationsversuche.

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 390.

Es waren an diesen Tagen an Harnstoff im Harn enthalten:

9. März	. .	104.6
10. „	. .	111.6
11. „	. .	108.0
12. „	. .	108.0
13. „	. .	105.2
14. „	. .	103.7
15. „	. .	105.1
16. „	. .	107.4
Mittel	. . .	106.7

Am 9. und 13. März erhielten wir:

Datum 1868	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
9. März	33.280	1030	104.6	535.0	325.6	0	1.4	400.0
10. „	33.318							
13 „	33.480	1055	105.2	533.0	329.9	0	0	475.9
14. „	33.568							

Zerlegen wir zunächst die Einnahmen und Ausgaben in die Elemente.

a) 9. März:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett	30.0	—	22.9	3.6	—	3.5	—
Sauerstoff . .	400.0	—	—	—	—	400.0	—
	1930	1138.5	210.7	29.5	51.0	480.7	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		156.0		1492.7	
Ausgaben:							
Harn . . .	1030.0	893.5	29.4	7.7	48.8	34.9	15.6
Koth . . .	34.2	23.8	5.0	0.7	0.6	1.4	2.7
Respiration .	862.0	325.6	147.0	0.4	—	389.1	—
	1926.2	1242.9	181.3	8.8	49.4	425.4	18.3
		138.1 H		138.1		1104.8	
		1104.8 O		146.9		1530.2	
Differenz =	+ 3.8	—	+ 29.4	+ 9.1	+ 1.6	— 37.5	+ 1.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	181.8	146.9	49.4	1130.2	18.3
in 1452.9 Fleisch . .	181.9	147.6	49.4	1055.0	18.9
in 0.7 Fett aus dem zersetzten Fleisch an .	0.5	0.1	0	0.1	0
Rest Wasser	0	0.6	0	75.2 nach H = 5.0	0.6

Sauerstoff berechnet 480.4,
Sauerstoff auf . . 400.0 (— 20%).

b) 13. März:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch . . . 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett 30.0	—	22.9	3.6	—	3.5	—
Sauerstoff . . 475.9	—	—	—	—	475.9	—
2005.9	1138.5 126.5 H 1012.0 O	210.7	29.5 126.5 156.0	51.0	556.6 1012.0 1568.6	19.5
Ausgaben:						
Harn . . . 1055.0	917.7	29.6	7.8	49.1	35.1	15.7
Koth. . . . 34.2	23.8	5.0	0.7	0.6	1.4	2.7
Respiration . 862.9	329.9	145.3	—	—	387.7	—
1952.1	1271.4 141.3 H 1130.1 O	179.8	8.5 141.3 149.8	49.7	424.2 1130.1 1554.3	18.4
Differenz = + 53.8	—	+ 30.9	+ 6.2	+ 1.3	+ 14.3	+ 1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	179.8	149.8	49.7	1078.4	18.4
in 1461.5 Fleisch . . .	183.0	148.5	49.7	1061.4	19.0
in 4.1 Fett aus zersetztem Fleisch an .	3.2	0.5	0	0.5	0
Rest Wasser	0	1.8	0	17.5 nach H = 14.6	0.6

Sauerstoff berechnet 479.3,
Sauerstoff auf . . 475.9 (— 0.7%).

Darnach werden in beiden Versuchen verbraucht:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
	1452.9	+ 47.1	0	+ 30.7	+ 40.4	400.0
	1461.5	+ 38.5	0	34.1	+ 7.0	475.9
Mittel:	1457.2	+ 42.8	0	+ 32.4	+ 23.7	437.9

Es wird also unter dem Einflusse des Fettes etwas Fleisch angesetzt, jedoch auch alles zu dem Fleische dargereichte Fett mit einem Theil des aus dem zersetzten Fleische entstandenen Fettes.

2) 1500 Fleisch und 60 Fett.

Reihe vom 17.—20. März 1863.

Direkt auf die eben dargelegte Reihe folgte die jetzt zu betrachtende, bei welcher zu 1500 Fleisch 60 Fett gegeben wurden. Am ersten Tage der Fütterung, den 17. März, wurden auch die Athemprodukte bestimmt.

Die Harnstoffmengen waren folgende:

17. März . .	107.6
18. „ . .	107.9
19. „ . .	106.3
Mittel . . .	107.2

Am 17. März erhielten wir:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
17. März	33.450	1139	107.6	560.4	403.7	0	17.3	503.4
18. „	33.393							

Die Berechnung der Elemente ergiebt:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett	60.0	—	45.9	7.1	—	7.0	—
Sauerstoff . .	503.4	—	—	—	—	503.4	—
	2063.4	1138.5 126.5 *H* 1012.0 *O*	233.7	33.1 126.5 159.6	51.0	587.6 1012.0 1599.6	19.5
Ausgaben:							
Harn . . .	1139.0	998.7	30.2	7.9	50.2	35.9	16.1
Koth . . .	43.7	28.4	7.6	1.1	0.8	2.0	3.7
Respiration .	981.4	403.7	165.8	4.3	—	407.6	—
	2164.1	1430.8 159.0 *H* 1271.8 *O*	203.6	13.3 159.0 172.3	51.0	445.5 1271.8 1717.3	19.8
Differenz =	— 100.7	—	+ 30.1	— 12.8	0	— 117.7	— 0.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	203.6	172.4	51.0	1213.9	19.8
in 1500.6 Fleisch .	187.9	152.5	51.0	1089.7	19.5
in 20.6 Fett . . .	15.7	2.4	0	2.4	0
Rest Wasser . . .	0	17.4	0	121.9 nach *H* = 139.4	0.3

Sauerstoff berechnet 486.2,
Sauerstoff auf . . 503.4 (+ 3%).

Das Resultat ist also:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
1500.6	— 0.6	20.6	+ 39.4	— 157.2	503.4

Der Ansatz von Fett ist bei Darreichung von 60 Fett etwas grösser als bei Darreichung von 30 Fett.

3) 1500 Fleisch und 100 Fett.

Reihe vom 20.—27. März 1863.

Auf die vorher beschriebene Reihe bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 60 Fett kam die vom 20.—27. März, bei welcher 1500 Fleisch und 100 Fett gegeben wurden. Dabei trafen auf den 20. und 24. März Respirationsversuche.

Das Thier schied an Harnstoff aus:

20. März . . .	98.8	Harnstoff
21. " . . .	106.3	"
22. " . . .	106.7	"
23. " . . .	104.7	"
24. " . . .	102.8	"
25. " . . .	107.5	"
26. " . . .	99.8	"
Mittel	103.8	Harnstoff.

An den zwei Tagen, die im Athemkasten zugebracht wurden, fand sich:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
20. März	33.470	989	98.8	507.7	348.8	0.7	3.5	432.7
21. "	33.653							
23. "	34.160	1016	102.8	561.9	398.2	1.5	0	480.1
24. "	34.264							

Bei der Auseinanderlegung in die Elemente erhalten wir:

a) 20. März:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett	100.0	—	76.5	11.9	—	11.6	—
Sauerstoff . .	432.7	—	—	—	—	432.7	—
	2032.7	1138.5	264.3	37.8	51.0	521.5	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		164.3		1533.5	

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Ausgaben:							
Harn . . .	989.0	860.2	27.8	7.3	46.1	33.0	14.7
Koth . . .	38.5	25.3	6.9	1.0	0.6	1.7	2.9
Respiration .	860.7	348.8	141.0	1.6	—	369.3	—
	1888.2	1234.3	175.7	9.9	46.7	404.0	17.6
		137.1 *H*		137.1		1097.2	
		1097.2 *O*		147.0		1501.2	
Differenz =	+ 144.5	—	+ 88.6	+ 17.3	+ 4.3	+ 32.4	+ 1.9

	C	*H.*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	175.7	147.0	46.7	1068.5	17.6
in 1374.4 Fleisch .	172.1	139.7	46.7	998.1	17.9
in 4.7 Fett. . . .	3.6	0.6	0	0.5	0
Rest Wasser . . .	0	6.8	0	69.9	0.2
				nach *H* = 54.3	

Sauerstoff berechnet 447.7,
Sauerstoff auf. . . 432.7 (— 3%).

b) 24. März:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch . . .	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett	100.0	—	76.5	11.9	—	11.6	—
Sauerstoff . .	480.1	—	—	—	—	480.1	—
	2080.1	1138.5	264.3	37.8	51.0	568.9	19.5
		126.5 *H*		126.5		1012.0	
Ausgaben:		1012.0 *O*		164.3		1580.9	
Harn . . .	1016.0	881.9	28.9	7.6	48.0	34.3	15.3
Koth . . .	38.5	25.3	6.9	1.0	0.6	1.7	2.9
Respiration .	960.1	398.2	153.2	—	—	408.7	—
	2014.6	1305.4	189.0	8.6	48.6	444.7	18.2
		145.0 *H*		145.0		1160.4	
		1160.4 *O*		153.6		1605.1	
Differenz =	+ 65.5	—	+ 75.3	+ 10.7	+ 2.4	— 24.2	+ 1.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	189.0	153.6	48.6	1125.0	18.2
in 1430.0 Fleisch .	179.0	145.3	48.6	1088.4	18.6
in 13.0 Fett . . .	9.9	1.5	0	1.5	0
Rest Wasser . . .	0	6.7	0	85.1 nach *H* = 53.9	0.3

Sauerstoff berechnet = 510.7,
Sauerstoff auf . . = 480.1 (— 6%).

Darnach sind die Resultate der beiden Versuche:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff
a)	1874.4	+ 125.6	4.7	+ 95.3	+ 3.9	432.7
b)	1430.0	+ 70.0	13.0	+ 87.0	— 7.6	480.1
Mittel:	1402.2	+ 97.8	8.8	+ 91.1	— 1.8	456.4

Der Ansatz des Fettes nimmt also mit der Fettmenge in der Nahrung zu.

4) 1500 Fleisch und 100 Fett.

18. Juni 1863.

Der Hund hatte vom 1.—18. Juni täglich 1500 Fleisch erhalten und dann an einem Tage, am 18. Juni, dazu 100 Fett bekommen.

Er schied an diesem Tage aus:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	*H*	CH_4	Sauerstoff
18. Juni	31.470	979	104.6	508.7	355.1	1.5	0.9	397.3
19. „	31.622							

Die Zerlegung in die Elemente ergiebt:

	HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:						
Fleisch . . . 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett 100.0	—	76.5	11.9	—	11.6	—
Sauerstoff . . 397.3	—	—	—	—	397.3	—
1997.3	1138.5	264.3	37.8	51.0	486.1	19.5
	126.5 *H*		126.5		1012.0	
	1012.0 *O*		164.3		1498.1	
Ausgaben:						
Harn . . . 979.0	842.6	29.4	7.7	48.8	34.9	15.6
Koth 20.3	9.6	5.6	0.8	0.5	1.4	2.3
Respiration . 866.2	355.1	139.4	1.7	—	370.0	—
1865.5	1207.3	174.4	10.3	49.3	406.8	17.9
	134.1 *H*		134.1		1073.1	
	1073.1 *O*		144.4		1479.4	
Differenz = + 131.8	—	+ 89.9	+ 19.9	+ 1.7	+ 18.7	+ 1.5

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . . .	174.4	144.4	49.3	1082.1	17.9
in 1450.6 Fleisch . .	181.6	147.4	49.3	1053.4	18.9
in 9.5 Fett aus dem zersetzten Fleisch an . .	7.2	1.1	0	1.1	0
Rest Wasser	0	1.8	0	29.8 nach *H* = 14.8	0.9

Sauerstoff berechnet 441.8
Sauerstoff auf . . 397.3 (— 11 %).

Wir stellen das Resultat dieses Versuches mit dem Mittel der beiden vorausgehenden bei 1500 Fleisch zusammen:

Nahrung	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
1500 Fleisch	1517.9	— 17.9	0	+ 27.7	+ 35.7	465.5	431.9
1500 Fleisch 100 Fett	1450.6	+ 49.4	0	+ 109.5	— 33 1	397.3	441.8

Der Versuch am 18. Juni ergiebt im Allgemeinen das gleiche Resultat wie die beiden Versuche am 20. und 24. März bei der gleichen Nahrung; es wurde hier (am 18. Juni) nur etwas mehr Fett angesetzt. Vor dem Versuche vom 18. Juni hatte das Thier durch eine lange Reihe (20. April bis 1. Juni) bei Fütterung mit 500 Fleisch sehr viel Fett verloren und war auch in der folgenden (1.—18. Juni) bei Fütterung mit 1500 Fleisch nur wenig reicher daran geworden; an den beiden Versuchen im März war es besser genährt.

Der Vergleich des Versuches mit dem bei ausschliesslicher Fleischfütterung zeigt für letzteren bei einem grösseren Fleischumsatz einen geringeren Fettansatz. Die 100 Grmm. dargereichten Fettes wurden vollkommen angesetzt und nicht verbrannt.

5) 1500 Fleisch und 150 Fett.

Reihe vom 27. März bis 1. April 1863.

Es war die Reihe vom 20.—27. März vorausgegangen, bei welcher der Hund 1500 Fleisch und 100 Fett erhalten hatte. Am 27. und 30. März wurden die Athemprodukte bestimmt, an den übrigen Tagen nur die Harnstoffmenge, die sich folgendermaassen verhielt:

27. März . .	105.7
28. „ . .	102.6
29. „ . .	99.8
30. „ . .	103.4
31. „ . .	104.4
Mittel . . .	102.4

An den Tagen, an denen Respirationsversuche angestellt wurden, ergab sich:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
27. März	34.380	1060	105.7	563.3	390.6	2.5	0	564.4
28. „	34.578							
30. „	34.980	1073	103.4	571.7	362.2	0.9	0	478.7
31. „	35.101							

Berechnen wir zunächst die Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

a) 27. März:

	HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:						
Fleisch . . . 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett 150.0	—	114.7	17.9	—	17.3	—
Sauerstoff . . 564.4	—	—	—	—	564.4	—
2214.4	1138.5	302.5	43.8	51.0	658.9	19.5
	126.5 *H*		126.5		1012.0	
Ausgaben:	1012.0 *O*		170.3		1670.9	
Harn . . . 1060.0	922.2	29.7	7.8	49.3	35.3	15.8
Koth 47.6	31.2	9.0	1.4	0.7	2.1	3.2
Respiration . 956.4	390.6	153.6	2.5	—	409.7	—
2064.0	1344.0	192.3	11.7	50.0	447.1	19.0
	149.3 *H*		149.3		1194.7	
	1194.7 *O*		161.0		1641.7	
Differenz = + 150.4	—	+ 110.3	+ 9 3	+ 1.0	+ 29.2	+ 0.5

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . .	192.3	161 0	50.0	1077.3	19.0
in 1470.9 Fleisch .	181.2	149.5	50.0	1068.1	19.1
in 10.6 Fett . .	8.1	1.3	0	1.2	0
Rest Wasser . . .	0	10.2	0	7.99	0.2
				nach *H* = **81.9**	

Sauerstoff berechnet 490.3
Sauerstoff auf . . 564.4 (+ 13%).

b) 30. März:

	HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:						
Fleisch . . . 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Fett 150.0	—	114.7	17.9	—	17.3	—
Sauerstoff . . 478.7	—	—	—	—	478.7	—
2128.7	1138.5	302.5	43.8	51.0	573.2	19.5
	126.5 *H*		126.5		1012.0	
	1012.0 *O*		170.3		1585.2	

		HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:							
Harn . . .	1073.0	938.2	29.0	7.6	48.2	34.5	15.4
Koth. . . .	47.6	31.2	9.0	1.4	0.7	2.1	3.2
Respiration .	934.8	362.2	155.9	0.9	—	415.8	—
	2055.4	1331.6	193.9	9.9	48.9	452.4	18.6
		149.9 *H*		149.9		1181.7	
		1181.7 *O*		159.8		1634.1	
Differenz =	+ 73.3	—	+ 108.6	+ 10.6	+ 2.1	— 48.9	+ 0.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . .	193.9	159.7	48.9	1155.4	18.6
in 1439.4 Fleisch .	180.2	146.3	48.9	1045.2	18.7
in 18.0 Fett . . .	13.7	2.1	0	2.1	0
Rest Wasser . . .	0	11.3	0	108.1	0.1
				nach *H* = 90.5	

Sauerstoff berechnet 496.3
Sauerstoff auf . . 478.7 (— 4%).

Es ergeben also die beiden Versuche bei Darreichung von 1500 Fleisch und 150 Fett:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
a) 1470.9	+ 29.1	10.6	+ 139.4	+ 78.1	564.4	490.3
b) 1439.4	+ 60.6	18.0	+ 132.0	— 55.7	478.7	496.3
Mittel: 1455.1	+ 44.8	14.3	+ 135.7	+ 11.4	521.5	493.3

Der Fettansatz steigt demnach fortwährend mit dem Fettreichthum der Nahrung.

V. Abschnitt.

Wir haben am 22. und 23. April 1861 dem Hunde die ungeheure Menge von 1800 Fleisch und 350 Fett gegeben. Diese Quantitäten konnte das Thier jedoch nicht länger ertragen. Am 22. April entleerte es Abends 7 Uhr und am 23. April Morgens 7 Uhr einen grauen, lettigen, ziemlich dünnen Koth und zwar zusammen 309.8 Grmm. mit 55.6 festen Theilen und 14.1 Fett (17.63% feste Theile und 25.35% Fett); es hatte auch das Fressen mehrmals erbrochen, zum letzten Male den 23. April früh 7 Uhr, erhielt es aber immer wieder; es war also bei Abschluss des ersten Versuchstages Morgens 9 Uhr noch nicht alles Fressen verdaut. Am zweiten Tage der Fütterung (23. April) traten aber heftige Diarrhöen und Erbrechen auf, so dass der an diesem Tage gemachte Respirationsversuch zu keinem Resultate führte. In der Nacht um 2 Uhr wurden zum ersten Male grosse Massen erbrochen, welche aber bis 5 Uhr früh bis auf 565 Grmm. Fleisch und Fett mit Gewalt wieder beigebracht wurden. Die Diarrhöen (921 Grmm.) sahen wie schwarzes Wasser aus und enthielten (bei 6.47% festen Theilen und 44.33% Fett) 59.6 feste Theile und 26.4 Fett. Die diarrhöische Flüssigkeit reagirte stark alkalisch und gab nach dem Versetzen mit Essigsäure beim Kochen einen Niederschlag; bei Zusatz einer Säure schäumte die Masse stark.

Wir erhielten dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
22. April	32.780	718	649	65.1	—
23. „	32.620	1410	867	93.0	840.4
24. „	33.500	—	—	—	

Wir geben diesen Versuch nur an, um zu zeigen, dass bei 1800 Fleisch ein Zusatz von 350 Fett nicht mehr ertragen wird. Mit den Diarrhöen wird nicht so sehr viel trockene Substanz ausgeschieden, sondern das Unverdaute durch Erbrechen entfernt. Dabei

liefert das Thier in 24 Stunden 840.4 Grmm. Kohlensäure mit 229.2 Kohlenstoff, welche Menge in keinem der früheren Versuche erreicht wurde; bei Fütterung mit 1800 Fleisch erschienen 656, bei 2000 Fleisch 628, bei 2500 Fleisch 783 Kohlensäure. In 1800 Fleisch befinden sich 225 Kohlenstoff, in 350 Fett 268 Kohlenstoff, zusammen 493 Grmm. Kohlenstoff.

Stellen wir nun zur leichteren Uebersicht die Resultate der Versuche bei Fleisch- und Fettfütterung zusammen, so ergiebt sich:

Nahrung		Aenderung am Körper				Sauerstoff	
Fleisch	Fett	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett zersetzt	Fett am Körper	auf	nöthig
400	200	450	— 50	159	+ 41	—	586
500	100	491	+ 9	66	+ 34	375	323
500	200	517	— 17	109	+ 91	317	394
800	350	635	+ 165	136	+ 214	—	584
1500	30	1457	+ 43	0	+ 32	438	480
1500	60	1501	— 1	21	+ 39	503	486
1500	100	1402	+ 98	9	+ 91	456	479
1500	100	1451	+ 49	0	+ 109	397	442
1500	150	1455	+ 45	14	+ 136	521	493

Wir können aus dem vorliegenden Materiale folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Das Fett wird in grosser Menge aus dem Darme aufgenommen. Während der langen Reihe mit 500 Fleisch und 200 Fett (3. Juni bis 31. Juli 1862) wurden täglich 14.7 trockner Koth mit 4.6 Fett entleert, es waren also in 24 Stunden von den 200 Fett der Nahrung 195.4 Grmm. im Darme resorbirt worden. Bei Fütterung mit 800 Fleisch und 350 Fett (20.—22. April 1861) trafen auf den Tag 13.4 fester Koth mit 5.2 Fett, so dass von den 350 Fett 344.8 Grmm. in die Säfte übergingen.

Wenn bei Darreichung von 100 Fett 3 Grmm. desselben nicht in dem Darme aufgenommen werden, so ist mit 97 Grmm. nicht die Grenze der Fettaufnahme gekommen, so zwar, dass bei Vermehrung der

Fettgabe auf 200 Grmm. jetzt 103 Fett im Kothe abgehen, sondern es steigert sich bei weiterem Zusatze von Fett bis zu einer gewissen Grenze immer wieder die Aufnahmsfähigkeit und es wächst die Fettausscheidung im Kothe nur ganz unbedeutend an.

Sehr interessant ist die Thatsache, dass nach lange dauernder Fütterung mit grösseren Mengen von Fett, wobei fortwährend Fettansatz am Körper stattfindet, im Darme allmählich etwas weniger Fett resorbirt und der Koth fettreicher wird. Bei der 58tägigen Reihe vom 3. Juni bis 31. Juli 1862 mit Zufuhr von 500 Fleisch und 200 Fett wurde in der letzten Zeit der Koth häufiger entleert, er war breiartig und von reichlicher beigemischtem Fette hellgelb gefärbt, während er anfangs geformt und dunkelbraun war. Der Fettgehalt im trockenen Kothe ging von 24.9 % auf 32.1 % und zuletzt auf 37.6 % in die Höhe. Während der ersten Hälfte des Versuchs wurden im Tag 13.7 trockener Koth entleert, in der zweiten Hälfte 15.7 Grmm. Absolut macht allerdings gegenüber den 200 Fett der Nahrung die grössere Fettausscheidung im Kothe in der späteren Zeit nur wenig aus, nämlich 2.5 Grmm.

Das Fett der Nahrung kann in sehr bedeutender Menge im Körper zerstört werden; die Grösse der Zerstörung desselben fällt aber nicht so aus, wie man sie sich nach den früheren Vorstellungen über die Zersetzungen im Thierkörper hätte denken sollen. Man bezeichnete bekanntlich das Fett im Gegensatze zu dem Eiweiss als respiratorisches Nahrungsmittel und meinte, es werde leicht durch den Sauerstoff, nach Maassgabe der Menge des letzteren, die sich nach der Zahl und Tiefe der Athemzüge richte, oxydirt, während man das Eiweiss als stickstoffhaltigen Körper nur sehr schwer zerfallen liess; man glaubte, das Fett schütze das Eiweiss vor der Verbrennung, indem es den Sauerstoff für sich in Beschlag nehme.

Unsere Versuche thun das gerade Gegentheil dar. Das Fett zerfällt im Organismus jedenfalls schwerer in einfachere Produkte als das Eiweiss, wie namentlich die Reihe mit 1500 Fleisch und Zusatz von 30 — 150 Fett beweist, bei welcher das Eiweiss der Nahrung beinahe ganz zersetzt, das Fett der Nahrung dagegen vollständig im Körper abgelagert wurde. Das Gleiche thut auch der Versuch mit 400 Fleisch und 200 Fett dar, wo 500 Fleisch und

159 Fett verbraucht wurden, während vorher von 1800 Fleisch 1757 Fleisch zersetzt und 1 Fett aus dem letzteren angesetzt wurde; würde das Eiweiss schwerer zerfallen als das Fett, so hätte bei 1800 Fleisch weniger Fleisch und dafür Fett vom Körper zersetzt werden müssen. Das Fett wird eben nicht durch den in den Körper aufgenommenen Sauerstoff einfach angegriffen bis derselbe verzehrt ist, sondern es zerfällt unter den Bedingungen der kleinsten Organtheile, wobei die Zerfallprodukte sich allmählich mit Sauerstoff verbinden, für welchen dann wieder neuer in das Blut einzutreten vermag.

Ganz auf die gleiche Art und Weise, nur leichter, zersetzt sich auch das Eiweiss. Ein Ersatz des sogenannten überschüssigen Eiweisses durch Fett unter Verbrauch des Sauerstoffs bis zur völligen Oxydation findet nicht statt. Das Fett schützt überhaupt nicht das Eiweiss vor der Verbrennung durch Beschlagnahme des Sauerstoffs, sondern das Eiweiss schützt das Fett oder vielmehr das aus dem Eiweiss abgespaltene Fett schützt das Fett der Nahrung. Die Sauerstoffaufnahme ist, wie wir schon öfter hervorgehoben haben, eine sekundäre, nach dem Zerfall und dem Sauerstoffverbrauch in den Organen sich richtende Erscheinung, welche von der Anzahl und dem Zustand der Zellen, von der Nahrungszufuhr etc. abhängig ist, und nicht von dem Athemrhythmus.

Um die Verschiedenheiten der Fettzersetzung zu verstehen, muss man vor Allem bedenken, dass Fett zu den Spaltungsprodukten des Eiweisses gehört. Entstehen nach früheren Annahmen aus dem Eiweiss 51 % Fett, so werden bei einem Verbrauche von 1500 Fleisch (oder von 328 Eiweiss) 168 Fett, bei einem solchen von 2512 Fleisch [1]) (oder von 551 Eiweiss) sogar 281 Fett erzeugt, also eine sehr grosse Menge, wie sie vom Darme nur selten zur Resorption kommt.

Es lässt sich untersuchen, wieviel Fett statt einer gewissen Portion Eiweiss zur Zerstörung kam, und daraus entnehmen, wieviel Fett aus dem Eiweiss möglicherweise entstanden ist. Beim Hungern zersetzte der Hund 38 Eiweiss und 107 Fett, bei Darreichung von 1500 Fleisch und Zerlegung von 329 Eiweiss verlor der Körper weder Eiweiss noch Fett, d. h. das aus 291 Eiweiss

---

2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 489.

erzeugte Fett that die gleichen Dienste wie 107 Fett des Körpers, oder aus 100 Eiweiss gingen zum Mindesten 36 Fett hervor; es ist aber wahrscheinlich, dass hierbei ansehnlich mehr Fett abgespalten worden ist, da bei der Zersetzung von so viel Eiweiss sich wohl auch die Bedingungen für die Zersetzung von Fett günstiger gestalten. In einem anderen Falle brauchte der Hund, nachdem er sich mit 1800 Fleisch oder 395 Eiweiss in das Eiweiss- und Fettgleichgewicht versezt hatte, zu dem gleichen Resultate 500 Fleisch (oder 110 Eiweiss) und 159 Fett, d. h. aus 285 Eiweiss bildeten sich 159 = 55 % Fett.

Im Mittel verbraucht unser Hund beim Hunger 38 Eiweiss und 107 Fett. Reicht man dem Thiere nur Eiweiss im Futter, so wird die Fettabgabe vom Körper immer geringer und hört schliesslich ganz auf, nämlich dann, wenn aus dem Eiweiss soviel Fett entstanden ist, dass kein Fett des Körpers oder der Nahrung in die Bedingungen des Zerfalls gezogen wird; es wird bei ausschliesslicher Darreichung von Eiweiss sogar Fett nach unseren früheren Untersuchungen angesetzt, wenn daraus mehr Fett entsteht, als dann weiter zerstört werden kann. Es tritt das Gleiche bei Zusatz von Fett zum Eiweiss der Nahrung ein; bei weniger Eiweiss wird noch vom Fett der Nahrung zersetzt, bei mehr Eiweiss nichts mehr, vielmehr wird alles Fett aufgespeichert.

Ist daher einmal die Spaltung des Eiweisses in Fett und andere Produkte vor sich gegangen und tritt dann die Zersetzung des Fettes ein, so ist es gleichgültig, ob das Fett eben erst aus dem Darme eingetreten oder aus dem Eiweisse entstanden ist. Dies thun folgende Beispiele dar.

Nachdem sich unser Hund mit 1800 Fleisch der Nahrung nahezu in das Stoffgleichgewicht gesetzt, zerstörte er darauf bei Darreichung von 400 Fleisch und 200 Fett 500 Fleisch und 159 Fett, d. h. er zerstörte statt **159** Fett 1257 Fleisch oder 303 Eiweiss, welche letztere unter der Annahme, dass aus dem Eiweiss 51 % Fett entstehen, **140** Fett aus sich zu erzeugen vermögen. Bei der Fütterung mit 350 Fett wurden 164 dieses Fettes zersetzt und dazu 25 Grmm. des aus Eiweiss entstandenen, im Ganzen also **189** Fett; als nun darauf

800 Fleisch und 350 Fett gegeben wurden, wurden 136 + 71 = 207 Fett zerstört. Bei einer Einnahme von 1500 Fleisch und 100 Fett fand sich ein Ansatz von 109 Fett und eine Zerstörung von 159 aus Eiweiss entstandenem Fett; als das Thier darauf 2000 Fleisch verzehrte, ergab sich ein Ansatz von 58 Fett aus Eiweiss und ein Umsatz von 166 Fett.

Je nach den Umständen sind die Bedingungen für den Zerfall von Eiweiss und Fett sehr verschieden, und es zersetzen sich daher sehr wechselnde Quantitäten der beiden Stoffe. Beim Hunger wird bei der stofflichen Thätigkeit der Zellen des Körpers Substanz zerstört und zwar immer Eiweiss und Fett; diese Stoffe werden zunächst den Säften entzogen, und da sich die Säfte auf ihrer Zusammensetzung und Concentration erhalten, wie die Analysen des Blutes hungernder Thiere darthun, und in den Organen nicht einseitig Eiweiss und Fett aufgehäuft sein kann, so wird das zu Verlust gegangene Eiweiss derselben aus dem Organeiweiss ersetzt, indem es zu cirkulirendem wird, und das Fett aus den Vorrathskammern desselben, den Fettzellen. Bei Darreichung von Nahrung, womit sich die Bedingungen des Zerfalles ändern, werden die genannten Stoffe aus der Nahrung ergänzt, oder wenn mehr Eiweiss und Fett aus der Nahrung geliefert worden ist, als nöthig, um den Eiweiss- und Fettgehalt der Säfte zu erhalten, im Körper abgelagert. Es ist wie bei einem Druck und Gegendruck und es kommt darauf an, welcher von beiden grösser ist.

Will man die nächsten Bedingungungen für die Fettzersetzung erforschen, so muss man nach obigen Betrachtungen von dem Sauerstoff ganz absehen und die Ursachen in den übrigen Zuständen der kleinsten Organtheile suchen; für den Sauerstoff wird dann in zweiter Linie schon gesorgt.

Nur weil man meinte, der Sauerstoff sei die Ursache des Fettzerfalles, und man desshalb nach den Verschiedenheiten der Sauerstoffbindung suchte, wurde man sich nie klar über die Umstände, unter denen mehr oder weniger Fett zerstört wird. Wenn man untersucht, wieviel Sauerstoff in den Körper eingetreten ist, so erfährt man nur die Gesetze der Aufnahme desselben in das Blut, aber nicht

seine Verwendung im Körper, die erst durch die Kenntniss der zersetzten Stoffe sich ergiebt.

Es haben viele Momente Einfluss auf den Fettumsatz, z. B. die Masse der Organe (oder der thätigen Zellen) und der Säfte, das Verhältniss der beiden, der Reichthum des Körpers an Fett, die Grösse der mechanischen Arbeit, die Qualität der Nahrung etc. etc. Alle diese Momente haben zur Folge, dass die Bedingungen für den Umsatz des Fettes günstiger oder weniger günstig werden.

Es ist die Menge des aus dem Darme resorbirten Fettes von Bedeutung für den Fettverbrauch, insoferne bei grösseren Gaben von Fett und einer nicht zu grossen Menge von Eiweiss in der Nahrung mehr Fett verbraucht wird als bei kleineren Gaben, wie es sich früher schon bei ausschliesslicher Zufuhr von Fett herausgestellt hatte.[1]) Bei Darreichung von 500 Fleisch wurden 47 Fett vom Körper abgegeben, bei 500 Fleisch und 100 Fett wurden im Tag 66 Grmm., bei 500 Fleisch und 200 Fett 109 Grmm. Fett zersetzt. Ebenso bedingt die reichliche Fettzufuhr bei der Reihe mit 800 Fleisch und 350 Fett den grossen Fettumsatz von 136 Grmm. Bei der Fütterung mit 1500 Fleisch (1.—18. Juni 1863) fand sich ein Ansatz von 28 Fett aus dem zersetzten Eiweiss; bei 1500 Fleisch und 100 Fett (18. Juni) wurden nun nicht 128 Fett abgelagert, sondern nur 109 Grmm., d. h. es fand unter dem Einflusse des Fettes ein reichlicherer Untergang von Fett statt. Es zeigt sich somit für das Fett das Gleiche wie für das Eiweiss, wo eine Steigerung der Zufuhr ebenfalls den Umsatz daran vergrössert.

Dann bestimmt auch der Fettgehalt des Körpers den Fettumsatz. Ein bereits fetter Körper zersetzt unter sonst gleichen Umständen von dem ihm zugeführten Fett mehr als ein magerer. Wir haben dies schon früher bei der Ablagerung von Fett aus reinem Eiweiss bemerkt.[2]) Bei Fütterung des Hundes mit 400 Fleisch und 200 Fett (20.—25. Februar 1861) wurde viel Fett (159 Grmm.) umgesetzt, da an ihm durch das vorausgehende reichliche gemischte Fressen viel Fett abgelagert worden war, während in der Reihe mit 500 Fleisch

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 392.

2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 491.

und 100 Fett täglich nur 66 Fett zur Zerstörung kamen, weil vorher der Körper durch die Darreichung von 500 Fleisch während 22 Tagen 1000 Fett eingebüsst hatte. In der Versuchsreihe mit 500 Fleisch und Zusatz von 200 Fett betrug der Verbrauch an Fett 109 Grmm., in der mit 500 Fleisch und Zusatz von 100 Fett nur 66 Grmm., allerdings theilweise wegen der Steigerung der Zersetzung durch das Plus von Fett in der Nahrung, theilweise aber weil im ersteren Falle vorher im Laufe von 47 Tagen 500 Fleisch mit 200 Kohlehydraten gegeben worden waren, was einen Ansatz von 822 Fett zur Folge hatte, während dagegen der lezteren Reihe eine Fütterung mit nur 500 Fleisch vorausging, wobei der Körper 1000 Fett verlor. Auch bei der Reihe mit 500 Fleisch und 200 Fett fand sich anfangs, als das Thier noch ärmer an Fett war, ein geringerer Fettumsatz (von 93 Grmm.) als später, wo schon viel Fett abgelagert war (120 Grmm.).

Am 18. Juni 1863 war bei 1500 Fleisch und 100 Fett der Verbrauch an Fett 109 Grmm., nachdem vorher das Thier in der langen Reihe (vom 20. April bis 1. Juni) mit 500 Fleisch viel Fett verloren hatte und auch in der darauffolgenden mit 1500 Fleisch (1.—18. Juni) nur wenig reicher daran geworden war; dagegen wurden ebenfalls bei Zufuhr von 1500 Fleisch und 100 Fett (20. und 24. März 1863), wo das Thier besser ernährt war, nur 91 Fett zersetzt.

Ist also der Körper arm an Fett, so wird das aus der Nahrung oder aus dem zersetzten Eiweiss stammende Fett leicht abgelagert, also weniger davon verbraucht; ist dagegen viel Fett am Körper schon angesammelt, so stehen der weiteren Ablagerung grössere Hindernisse im Wege. Im ersteren Falle findet sich in den Säften ein Ueberschuss von Fett, im letzteren in den Organen.

Je mehr Eiweiss zersetzt und je mehr Fett daraus abgespalten wird, desto weniger wird unter sonst gleichen Verhältnissen vom Fett der Nahrung angegriffen, wie unsere Zusammenstellung der Versuche deutlichst ergiebt. Das aus Eiweiss entstandene Fett muss immer dem Nahrungsfett zugezählt werden. In der Reihe mit 500 Fleisch und 100 Fett (Mai 1863) wurde mehr Fett zerstört als bei

500 Fleisch allein, da eine Fettzugabe einen grösseren Fettumsatz hervorruft, und da weniger Eiweiss zerlegt, also weniger Fett auf diesem Wege erzeugt worden ist; bei Darreichung von 100 Fett allein war der Fettverbrauch wegen der geringen Eiweisszersetzung und geringen Fettbildung am grössten. Bei Fütterung mit 800 Fleisch und 350 Fett wurde wegen des Zerfalls von 635 Fleisch weniger Fett (136 Grmm.) verbraucht, als bei Verzehrung von 350 Fett, wo wegen des Zerfalls von nur 227 Fleisch 164 Fett zu Grunde gingen. Die Zersetzung des Nahrungsfettes ist also abhängig von der Grösse der Eiweisszersetzung, weil aus dem Eiweiss Fett hervorgeht; aus letzterem Grunde werden auch bei reiner Eiweissfütterung beträchtliche Mengen von Fett oxydirt. Wir haben früher geglaubt, dass das sich zersetzende Eiweiss wesentlich zur Aufnahme des Sauerstoffs beitrage und dieselbe bestimme, da wir beobachteten, dass mit dem Eiweiss in der Nahrung auch der Sauerstoffconsum stetig anwächst; dieser Zusammenhang besteht aber nicht, da auch bei geringer Eiweisszufuhr oder sogar ohne eine solche ebensoviel Sauerstoff eintreten kann, wenn nur die Bedingungen für die Zersetzung vorhanden sind. Wir haben ferner die Meinung ausgesprochen, eine Fettzugabe zur Nahrung setze stets die Sauerstoffaufnahme herab, als wir fanden, dass bei Darreichung von 100 Fett weniger Sauerstoff ins Blut eintrat, als bei völligem Hunger; auch dies ist keine allgemein gültige Erscheinung, denn es wird manchmal trotz des Fettzusatzes mehr Sauerstoff verzehrt und also mehr Fett zerstört. So fand sich z. B. bei Fütterung mit 350 Fett ein Verbrauch von 522 Sauerstoff und 164 Fett, beim Hunger nur von 371 Sauerstoff und 86 Fett; bei Darreichung von 500 Fleisch allein wurden 329 Sauerstoff in Beschlag genommen, bei Zusatz von 100 Fett zu 500 Fleisch 375 Grmm. Wir wiederholen nochmals, dass auf den sekundären Sauerstoffeintritt nur die Grösse des Zerfalls der Stoffe im Körper von Einfluss ist, und dieser kann bei viel oder wenig Eiweiss in der Nahrung, mit oder ohne Zufuhr von Fett der gleiche sein. Nur für das Maximum des aufnehmbaren Sauerstoffs ist eine vorausgehende reichliche Eiweisszufuhr und ein durch die Nahrung hergestellter guter Körperzustand von Bedeutung, insofern dadurch die Zahl der Blutkörperchen vermehrt und die Fähigkeit des Blutes,

den Sauerstoff zu binden, und die Schnelligkeit der Uebertragung desselben vergrössert wird.

Die Masse des am Körper befindlichen Eiweisses ist fernerhin von Einfluss auf die Fettzersetzung, wie sich wohl von selbst versteht, da mehr Zellen im Allgemeinen auch mehr zerstören, ein grösserer Organismus mehr als ein kleiner.

Auch das Verhältniss von Organeiweiss zu dem cirkulirenden Eiweiss im Körper bestimmt den Bestand und die Zersetzung des Fettes. Will man einen reichlichen Ansatz von Fett erzielen, so muss man den Körper vor einer Ansammlung von cirkulirendem Eiweiss, d. h. vor einer Vermehrung des intermediären Saftstromes schützen. In einem fetten Körper wird das von der Nahrung eintretende Eiweiss viel leichter zu Organeiweiss, als in einem mageren, wo es zu dem Vorrath des cirkulirenden Eiweisses sich gesellt und grösstentheils alsbald zerstört wird. Es wird daher auch umgekehrt mehr Fett zerstört und das im fetten Körper abgelagerte Fett angegriffen, wenn viel cirkulirendes Eiweiss vorhanden ist, z. B. bei ausgiebiger Zufuhr von reinem Fleisch; es wird dadurch zunächst kein weiteres Fett im Körper angesetzt, dann aber auch von dem schon angesetzten weggenommen (Banting). Dies geht am deutlichsten aus der Versuchsreihe vom 31. Juli bis 3. August 1862 hervor. Der Hund hatte vom 17. April bis 3. Juni 1862 während 47 Tagen 500 Fleisch und 200 Kohlehydrate erhalten, und dann vom 3. Juni bis 31. Juli während 58 Tagen 500 Fleisch und 200 Fett, wodurch er sehr fett geworden war; zuletzt wurden täglich 91 Fett im Körper abgelagert. Als nun darauf 1500 Fleisch gereicht wurden, verlor der Körper anfangs im Tag 40 Fett, später keines mehr. Aehnlich stellte es sich auch bei anderen Reihen mit 1500 Fleisch, wo immer dann in der ersten Zeit Fett abgegeben wurde, wenn der Körper vorher reich an Fett geworden war, jedoch umgekehrt Fett aus Eiweiss angesetzt wurde, wenn vorher reines Fleisch ohne stickstofffreie Stoffe gefüttert wurden oder das Thier gehungert hatte.[1])

---

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 481.

Dass durch körperliche Anstrengung die Fettzersetzung enorm gesteigert wird, d. h. ein reichlicher Zerfall des Fettes in den Organen stattfindet, ist durch unsere früheren Versuche am Menschen erwiesen.

Der Ansatz von Fett wird durch die entgegengesetzten Momente begünstiget wie der Untergang desselben. Das aus dem Darme aufgenommene oder aus dem zersetzten Eiweiss abgespaltene Fett lagert sich im Körper unverändert ab, wenn unter den Bedingungen der Organe kein Fett mehr zerlegt wird. Es wird daher alles in der Nahrung gereichte Fett angesetzt, wenn soviel Eiweiss daneben gegeben und zersetzt wird, dass das daraus entstandene Fett schon die Fettabgabe vom Körper aufhebt; je mehr Fett in diesem Falle zugeführt wird, desto mehr wird auch aufgespeichert. Hat sich im Körper allmählich viel Fett angesammelt, so wird eine weitere Ablagerung von Fett immer schwieriger, es steigert sich die Zersetzung, wenn auch noch genug Fett unzersetzt bleibt.

Wenn es sich blos um eine Ablagerung von Fett handelt, dann werden alle Umstände, unter denen das in grösserer Menge aus dem Eiweiss entstandene oder aus der Nahrung aufgenommene Fett vor dem Zerfall geschützt wird, eine solche herbeiführen; also Fütterung mit Fett neben mittleren Eiweissmengen, Herstellung einer geringen Säftemenge im Verhältniss zu den Organen, Mangel an körperlicher Bewegung etc.

Bei der eigentlichen Mästung will man neben der grösstmöglichen Ablagerung von Fett auch noch eine solche von Organeiweiss, d. h. von Fleisch. Es ist unmöglich, einen Körper reich an Fleisch und an Fett zu machen, wenn sich an ihm nicht schon eine gewisse Menge von Organeiweiss und cirkulirendem Eiweiss befindet, wodurch er geschickt wird, viel Eiweiss und Fett zu verdauen, zu resorbiren und abzulagern. Man wird zu diesem Zwecke im Voraus reichlich Eiweiss geben und nur so viel Fett hinzufügen, als nöthig ist, um Eiweiss zum Ansatz zu bringen. Ist einmal der Körper reich an Fleisch geworden, dann beginnt man die eigentliche Mästung, bei der eine grössere Menge von Fett neben einer mittleren Menge von Eiweiss anhaltend die grösste Quantität von Eiweiss als Organeiweiss und Fett ablagern lässt. Bei zu wenig

Eiweiss in der Nahrung bekommt man keinen Ansatz von Eiweiss; eine zu grosse Menge desselben macht, dass statt des Organeiweisses viel cirkulirendes Eiweiss entsteht, unter dessen Einfluss bald dem weiteren Eiweissansatze eine Grenze gesteckt wird, indem es sich zersetzt und so dem Züchter verloren geht. Je mehr Fett am Thier abgelagert worden ist, desto leichter ist der weitere Ansatz von Fleisch.

Aber auch mit der Fettmenge in der Nahrung muss man vorsichtig sein, da bei grösserer Fettquantität zwar der Ansatz, aber auch der Verbrauch daran wächst und es sich also frägt, was günstiger ist und weniger Fett der Nahrung beansprucht, längere Zeit eine geringere Menge Fett zu geben, oder kürzere Zeit eine grössere.

Der Mäster bewegt sich daher bei seinen Bestrebungen zwischen engen Grenzen; das Verhältniss der stickstofffreien zu den stickstoffhaltigen Stoffen muss für den betreffenden Fall und die Zeit der Mästung ein ganz bestimmtes sein.

Unsere nächste Abhandlung, welche vorläufig unsere Mittheilungen über die Zersetzungsvorgänge beim Hunde unter dem Einflusse der Qualität und Quantität der Nahrung beschliessen soll, wird die Frage erörtern, wie weit die Kohlehydrate die Rolle des Fettes zu übernehmen vermögen.



Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Zwölfte Abtheilung.

XXVI. Die Ausdehnungscoëfficienten des Harnes und der Galle.

Während man die Eigenschwere der thierischen Flüssigkeiten häufig bestimmt hat, wurde nicht, soviel ich weiss, mit irgend genügenden Hilfsmitteln untersucht, wie sich die Ausdehnungscoëfficienten derselben innerhalb bestimmter Wärmegrenzen verhalten. Das Streben, die Beantwortung dieser Frage den praktischen Aerzten möglichst zugänglich zu machen, liess mich die beiden Wege einschlagen, die ich als zweites und als drittes Verfahren in dieser Abhandlung geschildert habe. Das erste dagegen, welches die zwei anderen an Bestimmungsschärfe übertrifft, dürfte seines Zeitaufwandes wegen seltener benützt werden.

Erstes Verfahren.

Es stimmt im Wesentlichen mit demjenigen überein, das G. A. Erman [1]) für die Ausdehnungscoëfficienten des Oeles, Stampfer und später Hagen [2]) für die des Wassers, endlich W. Schmidt [3]) für die von Salzlösungen gebraucht haben. Man wägt einen Glas-

---

1) G. A. Erman Rationis quae inter volumina corporis ejusdem: Solidi, liquescentis, liquidi, intercedit, specimen. Berolini. 1826. 4. p. 8—17. Vgl. auch Poggendorff's Annalen. Bd. IX. 1827. S. 557.

2) Hagen in den mathematischen Abhandlungen der Berliner Akademie. 1855. Berlin. 1856. 4. S. 1—28.

3) W. Schmidt in Poggendorff's Annalen. Bd. 107. 1859. S. 244.

körper, dessen Gewicht für den leeren Raum bestimmt worden, in derselben Prüfungsflüssigkeit bei verschiedenen Wärmegraden und berechnet dann die Ausdehnungscoëfficienten nach den gefundenen Unterschieden der Wärmegrenzen und der ihnen entsprechenden Eigenschweren.

Der frisch gelassene Harn scheidet an der Luft Kohlensäure aus und verschluckt Sauerstoff. Die Zunahme der saueren Beschaffenheit des gewöhnlichen Urines im Laufe der Folgezeit, innerhalb deren sich die sauere Gährung der Flüssigkeit einleitet, der hierdurch erzeugte Niederschlag von mikroskopischen Harnsäurekrystallen, der oft schon früher zu Stande kommende Absatz von Schleimmassen, endlich zuletzt die Alcalescenz des Harnes durch das kohlensaure Ammoniak, in das sich der Harnstoff umwandelt, zeigen unmittelbar an, dass man hier mit einer sich fortwährend ändernden Flüssigkeit arbeitet. Eine bis in das Feinste gehende Verfolgung der Ausdehnungscoëfficienten wäre aus diesem Grunde nicht gerechtfertigt. Es hätte mehr Interesse, nachzusehen, ob und wie sich diese Grössen während der langsamen Abkühlung des Harnes allmählich ändern.

Ich gebrauchte als Waage eine von Liebrich, die Bruchtheile von Milligrammen mit Hilfe von Centigrammreitern angab. Ich habe mir kegelförmige Glaskörper verschiedener Grösse, die oben ein Oehr führen, zur Ermittelung der Eigenschweren thierischer Flüssigkeiten anfertigen lassen. Sie bewährten sich bei der praktischen Anwendung vollständig. Die Glasmasse aber, welche zur Ermittelung der später angeführten Zahlenwerthe diente und die ich Herrn Prof. Forster verdanke, hatte eine cylinderähnliche Gestalt. Ihre beiden Endflächen waren gewölbt. Die obere führte in der Mitte einen Glashaken. Er ward in die untere Oese eines 0,3 Millimeter dicken Platindrathes eingehängt.

Dieser Glaskörper wurde zuerst in destillirtem Wasser bei 32 Wärmebestimmungen untersucht, um den wahrscheinlichsten Werth des Rauminhaltes desselben kennen zu lernen. Das destillirte Wasser war durch den Beindorf'schen Apparat gewonnen worden. Ich wechselte es nicht während der ganzen Versuchsreihe. Wollte ich eine höhere Wärme, als er ursprünglich hatte, prüfen, so ergänzte

ich dasjenige, was durch Verdunstung oder sonst verloren gegangen war, durch neues erwärmtes Wasser derselben Art und rührte das Ganze so lange um, bis man eine überall nahezu gleichförmige Temperatur annehmen konnte. Hatte ich hierauf den Glaskörper eingesenkt, so wartete ich hier sowohl, als bei den späteren, den Harn und die Galle betreffenden Versuchen eine Zeit lang, damit sich die Glasmasse die Wärme der umgebenden Flüssigkeit vollständig aneignen könne, ehe ich die Gewichtsbestimmung vornahm.

Ich suchte mich zunächst zu vergewissern, dass ich mit destillirtem Wasser von genügender Reinheit arbeitete. Ein schon früher bewährtes Pyknometer diente zu diesen einleitenden Bestimmungen.

Fasst eine solche Vorrichtnng p Grammen destillirten Wassers von dem Wärmegrade t und nennen wir die Eigenschwere der Flüssigkeit bei dieser Temperatur s_t, so beträgt der Inhalt des Hohlraumes des Pyknometers V_t bei diesem Wärmegrade $\frac{p}{s_t}$ in Cubikcentimetern, wenn p in Grammen gegeben ist. Das Pyknometer, das zu den Wägungen diente, war, wie gewöhnlich, ein Fünfzig-Grammen-Fläschchen, das ursprünglich für 15° C. bestimmt worden. Man hatte also $p = 50$ Grmm., $t = 15.0$ und demgemäss nach der Tabelle, die Kohlrausch[1]) aus den Mittelgrössen der Angaben von Hallström, Jolly, Kopp, Matthiesen und Pierre entworfen, $s_t = 0.99915$. Dieser giebt:

$$V_t = \frac{50}{0.99915} = 50{,}425 \text{ Cubikcentimeter.} \qquad (1\,\text{a.})$$

Der genauere Logarithmus ist 1.6993393.

Beobachten wir bei der Temperatur τ und nennen den linearen Ausdehnungscoëfficienten des Glases α, sowie das diesem Wärmegrade entsprechende Volumen des Innenraumes des Pyknometers V_τ, so haben wir zunächst:

$$V_t\,[1 + \alpha\,(\tau - t)]^3 = V_\tau \qquad (2.)$$

wobei sich das Plus in Minus verwandelt, wenn $\tau < t$.

1) F. Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik. Erste Auflage. Leipzig. 1870. S. 109. Zweite Auflage. Leipzig. 1872. S. 202.

Da α ein so kleiner Bruch ist, dass selbst $\alpha\,(\tau - t)$ für die gewöhnlichen Wärmegrade gering genug bleibt, um die zweiten und die höheren Potenzen dieses Ausdruckes ohne merklichen Fehler bei der binomischen Reihenentwickelung vernachlässigen zu können, so setzt man in der Regel statt (2) die Gleichung:

$$V_t\,[1 - 3\alpha\,(\tau - t)] = V_\tau \qquad (3.)$$

Für diesen Näherungsausdruck kann auch der Umstand unbeachtet bleiben[1], dass die meisten Glasröhren und vorzugsweise die Glasstangen das Licht doppelt brechen und sich daher auch wahrscheinlich in den drei oder wenigstens in zwei Hauptdurchmessern des Raumes durch die Wärme ungleich ausdehnen. Sollte daher (2) ganz fehlerlos angegeben werden, so wäre mindestens zu setzen:

$$V_t\,[1 - \alpha_1\,(\tau - t)]\,[1 - \alpha_2\,(\tau - t)]^2 = V_\tau$$

wenn man sich das Glas als thermisch einachsig denkt, α_1 den Ausdehnungscoëfficienten längs der Hauptachse und α_2 den längs eines Halbmessers des grössten Querschnittskreises des Umdrehungsellipsoides bezeichnet.

Die verschiedenen Glassorten besitzen ungleiche Ausdehnungs-Coëfficienten. Die zuverlässigsten von Lavoisier und Laplace bis auf Hagen gemachten Angaben schwanken zwischen $\alpha = 0.0000086$ und 0.0000932. Ich habe daher $3\alpha = 0.000027$ angenommen. Wir erhalten dann für unsere Berechnung:

$$V_\tau = 50.0425\,[1 + 0.000027\,(\tau - t)] \qquad (1\,b.)$$

in Cubikcentimetern, wobei wir 15 statt t in unserem Falle setzen müssen.

Ich wog immer nach dem Verfahren von Borda, um von den Einflüssen der Ungleichheiten der Längen der beiden Arme des Wagebalkens unabhängig zu sein. Finden wir dann, dass ein Körper G Grammen in der Luft wiegt, so ist zu bedenken, dass er und

---

[1]) Eine Zusammenstellung der Zweifel, die sonst noch auftreten und die sich z. B. der Uebertragung des Ausdehnungscoëfficienten eines Glasstabes auf den einer Hohlkugel entgegenstellen, siehe bei W. Raydt: Die Ausdehnung fester und flüssiger Körper durch die Wärme und eine neue Methode zur Bestimmung desselben. Göttingen. 1869. 8. S. 11. Vgl. auch S. 36. 37.

die Gewichtsstücke nach dem Archimedischen Grundsatze in der Luft eben so viel an Gewicht verlieren, als das Gewicht der von ihnen verdrängten Atmosphäre beträgt. Dieser Verbesserungswerth wechselt aber mit den Eigenschweren der gewogenen und des wägenden Körpers.

Nennen wir λ das Verhältniss der Eigenschwere der Atmosphäre zu der des Wassers unter den gegebenen Nebenbedingungen, P das Gewicht des Untersuchungskörpers in der Luft, in Grammen ausgedrückt, P_r dasselbe auf den leeren Raum zurückgeführt, und $\varDelta$ die Dichtigkeit des Prüfungskörpers für die gegebene Temperatur, so beträgt der in Cubikcentimetern ausgedrückte Rauminhalt desselben $\frac{P_r}{\varDelta}$, folglich das Gewicht der durch ihn verdrängten Luft $P_r \frac{\lambda}{\varDelta}$. Haben dann G und δ dieselbe Bedeutung für die gebrauchten Gewichtsstücke, wenn diese nach Normalgewichten angefertigt worden, bei denen schon die Rückführung auf den leeren Raum durchgeführt, für die also desshalb $G_r = G$ ist, so erhalten wir für das Gleichgewicht den Ausdruck:

$$P_r \left(1 - \frac{\lambda}{\varDelta}\right) = G \left(1 - \frac{\lambda}{\delta}\right)$$

da $G = P$ gefunden würde. Folglich:

$$P_r = G \cdot \frac{1 - \frac{\lambda}{\delta}}{1 - \frac{\lambda}{\varDelta}} \qquad (4.)$$

Besitzen der Untersuchungskörper und die benutzten Gewichtsstücke desselben Eigenschwere, also $\varDelta = \delta$, so wird $P_r = G$, d. h. die Zurückführung des gefundenen Gewichtes auf das des leeren Raumes ist überflüssig, weil schon das gefundene Gewicht das richtige ist.

Der Werth von λ wechselt zwar mit dem Barometerstande, der Wärme und dem Feuchtigkeitsgrade der Luft. Man pflegt ihn aber als unveränderlich für alle nicht sehr feinen Untersuchungen seiner Kleinheit wegen vorauszusetzen und nach der für 760 Millimeter Barometer, 17° C. und dem trockenen Zustande geltenden Grösse

anzunehmen. Einige[1]) geben desshalb $\lambda = 0.0013$, Andere[2]) dagegen nach dem ursprünglichen Reihenausdrucke $= 0.0012$ an. Da der gewogene Körper in unserem Falle Wasser war, so können wir $\Delta = 1$ setzen, wenn wir der Kleinheit von $\frac{\lambda}{\Delta}$ wegen von allen Wärmecorrectionen absehen. Die von mir gebrauchten, auf Normalgewichte in den grösseren Stücken zurückgeführten Gewichte waren von Messing. Wir müssen daher immer $\delta = 8.44$ einführen.

Ich habe zehn Wägungen des mit dem destillirten Wasser gefüllten Pyknometers gemacht. Das Fläschchen wurde dabei vor jeder Wägung mit frischem destillirten Wasser derselben Art vollständig gefüllt und der eingeschliffene Stöpsel möglichst tief eingestossen und bis zu einer gewissen Marke umgedreht. Man überzeugte sich noch besonders, dass keine Luftbläschen im Wasser sichtbar waren. Hatte ich hierauf das Ganze sorgfältig abgetrocknet, so wartete ich eine Zeit lang, oft mehr als eine Stunde, ehe ich die Wägung vornahm, damit eine etwa noch anhaftende Feuchtigkeitsspur verdampfe und das Thermometer die Wärme des umgebenden Wassers genau angäbe. Nennen wir nun P_τ das gefundene, auf den leeren Raum zurückgeführte Gewicht des destillirten Wassers bei der Wärme τ, s_τ die Eigenschwere desselben bei dieser Temperatur und V_τ das nach (1 b.) bestimmte Volumen des Rauminhaltes des Glaskörpers, so hat man $s_\tau = \frac{P_\tau}{V_\tau}$ für die Eigenschwere des gebrauchten destillirten Wassers bei der Wärme τ. Es fand sich auf diese Weise:

---

1) Babinet et Housel, Calculs pratiques appliqués aux sciences d'observation. Paris. 1857. 8. p. 178.

2) Kohlrausch a. a. O. Erste Auflage S. 9. Zweite Auflage S. 34. Für 0.760 Mm. Barometer und 45° geographische Breite und vollständige Trockenheit berechnet sich 0,0012928. Siehe Kohlrausch ebendas. S. 48.

Wägungsnummer	Wärme des Wassers in Celsiusgraden	Wassergewicht in Grmm.	Eigenschwere des destillirten Wassers bei dem entsprechenden Wärmegrade		Unterschied der beiden Eigenschwerenwerthe
			Gefunden	Nach den Mittelwerthen von Kohlrausch	
1	15.0	50.0313	0.999774	0.99915	+ 0.000624
2	16.5	50.0276	0.999662	0.99892	+ 0.000770
3	16.5	50.0279	0.999668	0.99892	+ 0.000776
4	17.0	50.0225	0.999544	0.99884	+ 0.000704
5	17.0	50.0234	0.999562	0.99884	+ 0.000722
6	17.3	50.0253	0.999586	0.99879	+ 0.000796
7	17.4	50.0286	0.999657	0.99874	+ 0.000917
8	17.4	50.0245	0.999570	0.99874	+ 0.000830
9	17 8	50.0263	0.999527	0.99869	+ 0.000837
10	19.25	50.0161	0.999357	0.99842	+ 0.000887

Da Nr. 7 einen höheren Werth, als Nr. 4, 5, 6 gegeben hat, so sieht man, dass hier Beobachtungsfehler vorkommen, welche die Unterschiede der Eigenschweren für 17°,0 C. und 17°,4 C. überstiegen. Die fortwährend positive Abweichung der gefundenen Grössen von der berechneten, die sich überdies in ziemlich engen Grenzen hält, deutet auf eine beständige Fehlerquelle, die in der Vorrichtung selbst lag, oder dadurch bedingt wurde, dass das destillirte Wasser eine geringe Menge fester Stoffe aufgelöst enthielt. Da übrigens der Unterschied erst die vierte Decimale betrifft oder sich, richtiger gesagt, der Einheit der dritten Decimale nähert, so übt dieses auf die Ergebnisse der uns hier beschäftigenden Untersuchungen einen nur untergeordneten Einfluss aus und ändert keinesfalls die Hauptschlüsse, die wir für den Harn und die Galle ziehen werden.

Kleesaures Ammoniak erzeugte keine Spur von Trübung in dem gebrauchten destillirten Wasser. Ein Verdampfungsversuch lehrte, dass dieses jedenfalls höchstens einen sehr kleinen Bruchtheil eines Procentes festen Rückstandes enthielt. Verdunstete man einen Tropfen auf einer vorher gut gereinigten Glasplatte, so erkannte man unter dem Mikroskope am Rande eine Spur eines, wie es schien, krystallinischen Niederschlages, der jedoch keine Doppelbrechung, selbst bei dem Gebrauche eines Gypsblättchens von Roth

erster Ordnung verrieth, sei es weil ihm jene Eigenschaft mangelte, oder weil die feste Masse eine zu geringe Dicke hatte. Kochte man das Wasser zu wiederholten Malen in einer Porcellanschaale, so bemerkte man eine Spur von Trübung. Das Kochgeschirr gab wahrscheinlich Kalk ab, der sich mit der vom Wasser absorbirten Kohlensäure zu einfach kohlensaurem Kalk verband. Ein Gegenversuch sprach für diese Erklärung. Das lebhafte und anhaltende Kochen in einem grossen Platintiegel, den ich vorher gereinigt und ausgeglüht hatte, lieferte keine Spur von Trübung.

Es handelte sich zunächst, den Rauminhalt des Glaskörpers, der zur Ermittelung der Eigenschweren der Harn- und der Gallen-Untersuchungen dienen sollte, so genau als möglich zu bestimmen. Wollte man sein in der Luft gefundenes Gewicht auf das in dem leeren Raume zurückführen, so musste man seine Eigenschwere kennen, wie die Gleichung (4) unmittelbar zeigt. Ich verschaffte mir desshalb einen vorläufigen Näherungswerth des Rauminhaltes durch die Benutzung des in der physikalischen Untersuchung der Gewebe, Leipzig und Heidelberg, 1867, 8. S. 184 — 186 beschriebenen Volumenometers, das den Rauminhalt eines Körpers aus dem Gewichte einer gleichgrossen Quecksilbermasse bestimmen lässt.

Nennen wir V_n das auf die Normalwärme von $+4^0$ C. zurückgeführte Volumen des Glaskörpers, G das Gewicht des Quecksilbers im luftleeren Raume, α den cubischen (also nicht, wie früher, den linearen) Ausdehnungscoëfficienten des Glases, β den des Quecksilbers, machen $t_c = t_w - 4$, wobei t_w die Wärme des Quecksilbers bei der Messung und der unmittelbar darauf folgenden Wägung bezeichnet, und drücken endlich die Eigenschwere des Quecksilbers mit s_q aus, so hat man nach den früher (S. 44) erläuterten Grundsätzen die Gleichung:

$$V_n (1 + \alpha t_c) (1 + \beta t_c) s_q = G.$$

Daher (5.)

$$V_n = \frac{G}{s_q (1 + \alpha t_c) (1 + \beta t_c)}$$

in Cubikcentimetern, wenn G in Grammen bestimmt worden. Die immer nur sehr annähernd mögliche Volumensermittelung in aequi-

valenten Quecksilbermengen würde alle noch feineren Verbesserungen zu blossen Rechnungsspielereien machen.

Wir setzen wiederum $\alpha = 0.000027$, machen $\beta = 0.0000054$ und $s_q = 13.596$. Drei hinter einander angestellte Volumensbestimmungen ergaben in Quecksilbergewichten:

Aequivalentgewicht des Rauminhaltes des Glaskörpers in Grammen Quecksilber	Wärme des Quecksilbers und des Glaskörpers in Celsiusgraden.	Erster Näherungswerth des Rauminhaltes des Glaskörpers bei + 4° C. in Cubikcentimetern
134.929		9.9243
135.095	15°,0	9.9397
135.181		9.9427

Wir erhalten daher als vorläufiges, zu den ferneren Berechnungen verwendbares Näherungsmittel des Rauminhaltes des Glaskörpers bei + 4° C. 9.9356 Cubikcentimeter. Wir werden sehen, dass zwar diese Grösse den wahrscheinlichsten Werth um ungefähr 0.05ᶜᶜ· übertrifft. Eine sogleich anzustellende Betrachtung lehrt aber, dass dieser Unterschied unsere Anwendungsweise jener Zahl in keiner merklichen Art beeinflusst.

Wir wollen nun zunächst zu den Wägungen des Glaskörpers in der Luft übergehen. Gesetzt, man muss P_1 Grammen auf die specifische Gewichtsschaale legen, wenn sie nur mit dem aufhängenden Platindrahte beschwert ist, und P_2, wenn dieser noch den Glaskörper schwebend trägt, so gibt die Gleichung (4) für das Gewicht des Glaskörpers in dem leeren Raume unter den dort angenommenen Nebenbedingungen:

$$P_r = \frac{1 - \frac{\lambda}{\delta}}{1 - \frac{\lambda}{\varDelta}} (P_1 - P_2) = 1.00035 \; (P_1 - P_2) \qquad (6).$$

wenn wir, wie erwähnt, $\lambda = 0.0012$, $\delta = 8.44$ setzen und $\varDelta = \frac{24.2222}{9.9356}$ $= 2{,}438$ nach dem Mittel der Quecksilberbestimmungen annehmen. Der genauere Logarithmus des in (6) vorkommenden Zahlen-Coëfficienten ist 0.0001521. Ein um 0.05 Cubikcentimer kleineres

Volumen würde zwar die Eigenschwere auf 2.450 erhöhen. Die Grösse, mit der $P_1 - P_2$ zu vervielfältigen ist, ändert sich dessenungeachtet nicht wesentlich, da ihr Logarithmus nur auf 0.0001511 herabgeht.

Ich habe das Gewicht des Glaskörpers in der Luft zu fünf verschiedenen Zeiten bestimmt, ein Mal vor dem Beginn der Versuche und vier Mal, nachdem ich mit ihm eine oder mehrere Reihen von Wägungen in destillirtem Wasser durchgeführt hatte. Diese Bemühungen ergaben:

Gewicht des Glaskörpers in der Luft in Grmm.	Wärme der Luft in Celsiusgraden	Gewicht des Glaskörpers auf den leeren Raum zurückgeführt in Grmm.	Abweichung von dem Mittelwerthe in Grmm.
24.2140	16°.0	24.2225	+ 0.0003
24.2136	15°.3	24.2221	— 0.0001
24.2138	15°.4	24.2223	+ 0.0001
24.2134	14°.7	24.2220	— 0.0002
24.2135	14°.3	24.2220	— 0.0002

Das Mittel beträgt hiernach 24.2222 Grmm. mit grössten Abweichungen von + 0.0003 und — 0.0002.

Ich stellte zunächst vier Wägungsreihen mit dem oben angeführten destillirten Wasser an, um zu sehen, welche Abweichungen in der Bestimmung des auf 4° C. zurückgeführten Glaskörpervolumens bei den verschiedenen Wärmegraden zum Vorschein kommen. Ich beschränkte mich hierbei auf + 13 bis 28° C., weil sich dann Irrungen, die von der Strahlung und der Leitung der Wärme herrühren, leichter vermeiden lassen, wenn man bei einer Luftwärme von + 13 bis 16° C. arbeitet.

Besitzt ein cylindrisch gedachter Platindraht den Halbmesser r und beträgt seine wahre Länge (d. h. bevor die beiden Endösen desselben gebildet sind) l, so verliert er hierdurch in einer Flüssigkeit, deren Eigenschwere s ist, $r^2 \pi l s$ an Gewicht, wenn dieses in Grammen, r und l dagegen in Centimetern ausgedrückt sind und man von allen Temperaturcorrectionen der Kleinheit des Ganzen wegen absehen kann. Der Platindraht, den ich gebrauchte, besass

einen Durchmesser von $^3/_{10}$ Millimeter. Eine Länge von 20 Millimetern entsprach dem unteren Oesenstücke, das im Zustande des Gleichgewichtes der Waage in das Wasser tauchte. Setzen wir die Eigenschwere des letzteren der Einheit gleich, so betrug der erzeugte Gewichtsverlust $r^2 \pi l = (0.015)_2 \times 3.1415927 \times 0.002 = 0.00014$ Grmm. Das Auflagegewicht, mit dem man die specifische Gewichtsschaale bis zur Herstellung des Gleichgewichts beschweren musste, fiel daher $^1/_7$ Milligramm zu gross aus.

Ein anderer Umstand, den ich von keinem Physiker erwähnt finde, kann beträchtlichere Irrungsgrössen einführen. Der Waagbalken spielt, ehe er einsteht, auf und nieder, so dass der unterste Theil des Platindrahtes bald weniger und bald mehr in das Wasser taucht, als bei der späteren Gleichgewichtslage der Fall ist. Es bleibt daher eine gewisse Menge von Wasser an dem nachher in der Luft befindlichen Theil haften. Sie bewirkt, dass das Auflagegewicht zu gross wird. Es gibt kein Mittel, den hierdurch erzeugten Fehler genau zu bestimmen. Er kann aber leicht auf mehr als $^3/_5$ Milligramm steigen, wenn man einen nur $^3/_5$ Millimeter dicken Draht genommen hat.

Das Archimedische Princip, dass ein fester Körper in einer Flüssigkeit so viel an Gewicht verliert, als das Gewicht dieser von ihm verdrängten Flüssigkeit beträgt, liefert die Formel, aus der man den Rauminhalt der festen Masse bestimmen kann. Nennen wir P_r das auf den luftleeren Raum zurückgeführte Gewicht derselben in der Luft und p_r das ebenso reducirte in der Flüssigkeit, so gleicht der zurückgeführte Gewichtsverlust $P_r - p_r$. Ist der Rauminhalt, den der feste Körper bei der Normaltemperatur von 4°C. einnimmt, V_n, die Wärme der Flüssigkeit und der festen Masse t, deren Unterschied von der Normaltemperatur oder $t - 4 = t_c$, die Eigenschwere der Flüssigkeit bei ihrer Temperatur s_t und der cubische Ausdehnungs-Coëfficient des Körpers (z. B. des Glases) α, so gibt das Archimedische Princip die Beziehung:

$$P_r - p_r = V_n\,(1 + \alpha t_c)\,s_t \qquad (7.)$$

Mithin

$$V_n = \frac{P_r - p_r}{s_t\,(1 + \alpha t_c)} \qquad (8.)$$

Ich habe die 32 Wägungen, die ich machte, und deren Rechnungsergebnisse nach den aufsteigenden Wärmegraden tabellarisch zusammengestellt und die Dichtigkeiten des Wassers nach dem oben erwähnten Verzeichnisse von Kohlrausch durch Interpolation bestimmt.

Nummer	Versuchsreihe, von der die Bestimmung herrührt	Unmittelbar gefundenes Gewicht des in dem destillirten Wasser schwebenden Glaskörpers in Wasser	Wärme des Wassers und des Glaskörpers in Celsiusgraden	Dichtigkeit des Wassers bei + Celsiusgraden	Berechneter Rauminhalt des Glaskörpers für 4° C. in Cubikcentimetern
1	1	14.3384	12.70	0.99947	9.8827
2	2	14.3392	13.00	0.99943	9.8822
3	2	14.3386	13.02	0.999427	9.8822
4	1	14.3407	13.75	0.999332	9.8812
5	2	14.3408	13.80	0.999326	9.8808
6	2	14.3408	13.80	0.999326	9.8806
7	1	14.3406	13.85	0.999319	9.8808
8	3	14.3369	13.85	0.999319	9.8844
9	1	14.3402	14.00	0.99930	9.8768
10	2	14.3381	14.00	0.99930	9.8837
11	3	14.3427	14.20	0.99927	9.8793
12	3	14.3414	14.20	0.99927	9.8807
13	3	14.3417	14.60	0.99921	9.8810
14	4	14.3420	14.80	0.99918	9.8810
15	4	14.3410	15.18	0.99912	9.8815
16	1	14.3408	15.80	0.99903	9.8935
17	3	14.3422	15.95	0.999007	9.8825
18	1	14.3404	16.20	0.998968	9.8846
19	4	14.3438	16.40	0.998936	9.8866
20	2	14.3437	17.20	0.998804	9.8870
21	3	14.3443	17.35	0.998597	9.8873
22	1	14.3432	18.40	0.998584	9.8844
23	4	14.3472	19.00	0.99847	9.8827
24	2	14.35045	20.80	0.998102	9.8822
25	2	14.35125	21.75	0.997903	9.8833
26	3	14.3513	21.90	0.997871	9.8848
27	1	14.3492	21.95	0.99786	9.8849
28	4	14.3510	22.00	0.99785	9.8925
29	4	14.3534	22.90	0.997643	9.8828
30	2	14 3543	24.00	0.99738	9.8845
31	4	14.3572	24.85	0.997176	9.8838
32	1	14.3632	24.95	0.997152	9.8768

Das Mittel der 32 Werthe berechnet sich zu:

$$V_n = 9.8832 \text{ Cubikcentimeter.}$$

Da 14 Einzelbeobachtungen über und 18 unter dieser Durchschnittsgrösse liegen, so können die Abweichungen von keinem beständigen Fehler, der den grössten der zufälligen übertrifft, herrühren. Wollte man von den Grundsätzen der Methode der kleinsten Quadrate ausgehen, so würde sich höchstens $\pm$ 0.00034 c.c. als mittlerer zu befürchtender Fehler jener Durschschnittsgrösse ergeben.[1])

Man kann sich jedoch überzeugen, dass sich die 32 Bestimmungen für eine solche Rechnungsart nicht eignen. Benutzen wir sie, so erhalten wir $\pm$ 0.00042 c.c. als wahrscheinlichen Fehler oder als Unsicherheitsgrenzen des Mittelwerthes.[2]) Die Theorie, die eine unendlich grosse Anzahl von Beobachtungen und ebensoviele positive als negative zufällige Fehler voraussetzt, fordert, dass die gleiche Menge von Irrungswerthen innerhalb wie ausserhalb der Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers liege. Die Tabelle dagegen zeigt, dass nur drei der gefundenen Unterschiede der ersten, neunundzwanzig dagegen der zweiten Beziehung entsprechen.

---

1) Nennt man Θ den absoluten, also ohne Rücksicht auf das Vorziehen jedes einzelnen Unterschiedes genommenen mittleren Abweichungswerth von der Durchschnittsgrösse V_n, m die Anzahl der Beobachtungen und x den mittleren für V_n zu befürchtenden Fehler, so hat man:

$$x = 0.75551 \frac{\Theta}{\sqrt{m}} \qquad (9.a).$$

Siehe z. B. die Begründung bei F. R. Helmert, Die Ausgleichungsrechnung. Leipzig. 1872. 8. S. 25. Die von älteren Mathematikern angenommene Formel $x = \frac{r}{\sqrt{m}}$, wo r den wahrscheinlichen Fehler bezeichnet (Siehe z. B. J. B. J. Liagre, Calcul des Pobabilités. Bruxelles. 1852. 8. p. 191), würde uns 0.00007 c.c. geben.

2) Bedeutet wiederum m die Zahl der Beobachtungen, die sich um Δ', Δ'', Δ'''... von dem arithmetischen Mittel entfernen und r_s die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers, so hat man:

$$r_s = 0.674490 \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m(m-1)}} \qquad (9.b.)$$

wo Σ das Summenzeichen bildet. Der mittlere Fehler im Gauss'schen Sinne ist dann 1.4826 r_s, also in unserm Falle 0.00063 c.c.

Dieser Umstand rührt nicht davon her, dass zu viele beträchtlich abweichende Einzelwerthe vorhanden sind. Schliessen wir alle die, welche sich um mehr als 0.003 c.c. von dem Durchschnittswerthe 9.8832 c.c. unterscheiden, aus (Nr. 9, 11, 16, 19, 20, 21, 28, 32), so bleiben 24 Beobachtungen, die zwischen 9.8806 und 9.8849 c.c. liegen. Sie geben ein arithmetisches Mittel von 9.8827 c.c. und einen wahrscheinlichen Fehler von ± 0.0002 c.c. Dann finden sich aber wiederum nur vier innerhalb und zwanzig ausserhalb dieser Abweichungsgrenzen.

Die Ursache des der Theorie widerstreitenden Ergebnisses liegt darin, dass unsere Einzelwerthe, die in verhältnissmässig geringer Zahl vorhanden sind, dem Fehlergesetze,[1]) das man dem Verfahren der kleinsten Quadrate zum Grunde legt, nicht entsprechen. Man müsste nach dem aus ihm hergeleiteten Integrale[2]) 16 Beobachtungen haben, in denen der Unterschied von dem arithmetischen Mittel zwischen Null und dem wahrscheinlichen Fehler, 10 bis 11, in welchen er zwischen dem einfachen und dem doppelten Werthe dieser Grösse läge, 4, in denen er das Doppelte bis Dreifache, 1, in dem er das Drei- bis Vierfache jener Grösse betrüge, und keinen, in dem er noch höher ausfiele. Unsere Tabelle hingegen zeigt, dass Abweichungen, die das Vier- bis Fünffache der wahrscheinlichen Unsicherheit ausmachen, 3 Mal, das Fünf- bis Sechs-

---

1) Ist Δ die Fehlergrösse und die Funktion $\varphi(\Delta)$ die Wahrscheinlichkeit ihres Vorkommens, so nimmt man als Fehlergesetz an:

$$\varphi(\Delta) = ce^{-h^2\Delta^2} \qquad (9.c.)$$

wo c eine durch $c = \varphi(o)$ bestimmte, beständige Grösse, e die Basis der natürlichen Logarithmen und h das Maass der Schärfe jeder einzelnen Beobachtung ist oder $h\varrho = 0.4769..$ wenn ϱ den wahrscheinlichen Fehler dieser Beobachtung bedeutet. Nachdem man die mannigfachsten Beweise des Gesetzes seit Gauss versucht hat, wurde es in neuester Zeit für eine blosse Erfahrungsnorm erklärt (Helmert a. a. O. S. 8). Man sieht aber aus dem Obigen, dass es sich für verhältnissmässig sorgfältig durchgeführte Beobachtungen, die grosse zufällige Fehler gestatten und in kleiner Menge zu Gebote stehen, nicht zu bestätigen braucht.

2) Eine Tabelle der Auswerthung dieses Integrals $P_2 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$, (9.c.), wobei $t = h\Delta$ und die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers als Einheit zum Grunde gelegt ist, findet sich z. B. bei Liagre a. a. O. p. 406.

fache 4 Mal, das Sechs- bis Zehnfache 5 Mal, und das Zehn- bis Fünfundzwanzigfache 4 Mal vorkommen. Der wahrscheinliche Fehler fällt hier, wie Bessel[1]) schon zeigte, bedeutend höher, als der nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate bestimmte aus, so lange nicht die Zahl der Beobachtungen ausserordentlich gross ist.[2]) Das Kriterium von Abbé[3]) gilt auch nur für sehr viele Einzelerfahrungen, bei denen sich das Fehlergesetz (9 c.) von selbst einfindet.[4])

Wir legen den Mittelwerth aller Beobachtungen oder 9.8832 c.c. den späteren Berechnungen zum Grunde. Der immer willkührliche Ausschluss der acht am stärksten abweichenden Einzelbestimmungen würde nur zu einem Unterschiede von $1/2000$ c.c. für das Mittel führen. Die Schärfe dieser verbesserten Grösse verhielte sich zu der ersteren, wie $\sqrt{24} : \sqrt{32} = 0.87 : 1$, wenn man nur die Zahl der Beobachtungen berücksichtigte.

Die Eigenschwere des destillirten Wassers könnte noch Bedenken erregen. Rührten die gefundenen höheren specifischen Gewichte nicht von einem Fehler im Pyknometer, sondern davon her, dass das Wasser eine nicht zu vernachlässigende Menge fester Stoffe gelöst enthielt, so müsste das auf die Wärme von $+ 4^0$ C. zurückgeführte Glaskörpervolumen zu klein bestimmt worden sein, weil s_t im Nenner der Gleichung (8.) vorkommt. Die geringste der S. 47 verzeichneten stets positiven und daher auf eine beständige Fehlerquelle hindeutenden Abweichungen der gefundenen Eigenschwere des Wassers von dem aus den Angaben verschiedener Forscher berechneten Mittelwerthe gleicht 0.000624 auf 0.999774 oder $1/1602$ und die grösste 0.000917 auf 0.99874 oder $1/1087$. Der zu 9.8832 c.c. angenommene Rauminhalt des Glaskörpers könnte daher nur um einen kleinen Bruchtheil des Ganzen fehlerhaft sein, wenn selbst das Pyknometer absolut richtig gewesen wäre. Der grösste Irrthums-

---

1) Bessel u. Schuhmacher's astronomische Nachrichten. Bd. XV. 1838. S. 372—403.

2) Laplace, Théorie analytique des Probabilités. Oeuvres. Tome VIII. 1847. 4. p. 370 ff.

3) E. Abbé, Ueber die Zweckmässigkeit in der Vertheilung der Fehler in Beobachtungsreihen. Jena. 1863. 4. S. 19.

4) Dieses erhielt schon unmittelbar aus der Endgleichung für Θ a. a. O. S. 19.

werth, also $^1/_{1000}$ c.c., würde die Hauptschlüsse, die wir für den Harn und die Galle ziehen, nicht ändern.

Kennt man den der Normalwärme entsprechenden Rauminhalt des festen Körpers, so gibt die Gleichung (8) die nöthige Formel, um die der gegebenen Wärme entsprechende Eigenschwere der Flüssigkeit zu berechnen. Man hat nämlich:

$$s_t = \frac{P_r - p_r}{V_n(1 + \alpha t_c)} \qquad (10.)$$

Wir wollen von einer Reihe von specifischen Gewichtsbestimmungen von der Art, die ich an verschiedenen Harn- und Gallenproben anstellte, übersichtlich anführen:

a) Harn.

Alle Erfahrungen beziehen sich auf meinen unter ganz regelrechten Verhältnissen abgesonderten und entleerten Harn.

Beobachtungsnummer	Zeit nach dem Harnlassen		Unmittelbar gefundenes Gewicht des im Harne schwebenden Glaskörpers in Grmm.	Wärme des Glaskörpers und des Harnes in Celsiusgraden	Eigenschwere des Harnes bei dieser Wärme, die des Wassers = 1	Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute				
1. Stark gelber Urin um 1 Uhr 45 Minuten oder ungefähr eine halbe Stunde nach dem Mittagsessen gelassen.						
1	—	15	14.1814	20.20	1.0155	
2	1	15	14.1636	16.90	1.0173	
3	2	20	14.1608	15.90	1.0176	Reagirt noch stark sauer. Hat zahlreiche mikroskopische Harnsäurekrystalle abgesetzt.
4	19	0	14.1594	14.70	1.0178	
2. Ziemlich gelber Harn, Morgens um 9 Uhr 50 Min. entleert.						
5	—	10	14.1752	29.05	1.0154	
6	—	24	14.1637	25.40	1.0167	
7	1	28	14.1484	18.90	1.0187	
8	1	39	14.1443	16.70	1.0190	
9	4	59	14.1422	15.90	1.0192	
10	7	6	14.1422	15.90	1.0192	
11	8	36	14.1428	16.00	1.0196	
12	24	26	14.1497	17.00	1.0188	Harn stark sauer. Zahlreiche Harnsäurekrystalle und röthliche Körnchen abgesetzt.

Beobachtungs-nummer	Zeit nach dem Harnlassen Stunde	Minute	Unmittelbar gefundenes Gewicht des im Harne schwebenden Glaskörpers in Grmm.	Wärme des Glaskörpers und des Harnes in Celsiusgraden	Eigenschwere des Harnes bei dieser Wärme, die des Wassers = 1	Nebenbemerkungen
			3. Morgenharn, um 9 Uhr 40 Min. gelassen.			
13	—	20	14.1375	27.60	1.0193	
14	—	33	14.1301	25.20	1.0201	
15	4	35	14.1199	19.50	1.0213	Es hat sich eine starke Schleimwolke abgesetzt. Viele Harnsäurekrystalle am Glaskörper. Stark sauere Reaktion.
16	3	3	14.1166	16.80	1.0217	
17	4	57	14.1166	15.70	1.0218	
4. Harn um 2 Uhr 45 Min., ungefähr $1^3/_4$ Stunden nach dem Mittagsessen gelassen.						
18	—	20	14.1252	28.20	1.0205	
19	—	59	14.1050	21.00	1.0227	
20	1	42	14.0999	18.20	1.0234	Keine Harnsäurekrystalle am Glaskörper. Etwas Schleim abgesetzt.

Wir können uns die zur Berechnung des Ausdehnungscoëfficienten nöthige Gleichung am einfachsten entwickeln, wenn wir uns vorstellen, ein Normalvolumen V_n einer Flüssigkeit werde das eine Mal bis zu dem Wärmegrade t_1 erwärmt und habe dann die Eigenschwere s_1. Die Erwärmung bis t_2 gäbe die Eigenschwere s_2. Nennen wir β den wahren cubischen Ausdehnungscoëfficienten für jeden Celsiusgrad zwischen den Wärmegrenzen t_1 und t_2, wenn er innerhalb dieses Spielraumes beständig bleibt, oder den mittleren, wenn er mit den verschiedenen Wärmegraden wechselt, und setzen voraus, dass das Gewicht der Flüssigkeit in beiden Fällen dasselbe ist, mithin kein Verlust durch Verdunstung und keine Aenderung durch Zersetzung stattgefunden hat, so giebt die Gewichtsgleichheit den Ausdruck:

$$V_n (1 + \beta t_1) s_1 = V_n (1 + \beta t_2) s_2 \qquad (11.)$$

Hieraus folgt:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{1 + \beta t_2}{1 + \beta t_1} \qquad (12.)$$

d. h. die Eigenschweren, welche dieselbe Flüssigkeit bei verschiedenen Wärmegraden darbietet, verhalten sich umgekehrt wie die entsprechenden Volumina. Entwickeln wir β aus (12.), so erhalten wir für den Ausdehnungscoëfficienten den Ausdruck:

$$\beta = \frac{s_2 - s_1}{s_1 t_1 - s_2 t_2} \qquad (13.)$$

oder auch, wenn wir Zähler und Nenner durch s_1 theilen:

$$\beta = \frac{\frac{s_2}{s_1} - 1}{t_1 - \frac{s_2}{s_1} t_2} \qquad (14.)$$

Es ist hierbei gleichgültig, welchem der beiden Wärmegrade wir den Zeiger 1 oder 2 zuerkennen. Wir haben immer $s_2 \gtrless s_1$ für $t_2 \lessgtr t_1$, so lange keine Anomalie, wie bei dem Wasser zwischen 0° und + 4°C. vorkommt. Soll β in allen Fällen positiv bleiben, so werden stets $s_2 - s_1$ und $s_1 t_1 - s_2 t_2$ das gleiche Vorzeichen besitzen.

Man könnte den Ausdehnungscoëfficienten des ganz frischen Harnes innerhalb weiterer Wärmegrenzen bestimmen, wenn man ihn künstlich abkühlte. Ich habe diesen Weg nicht eingeschlagen, weil man nach kürzeren Zwischenzeiten nicht sicher ist, dass die Gesammtmasse des Glaskörpers die Wärme der umgebenden Flüssigkeit angenommen hat. Ich liess daher den Urin von selbst abkühlen und zwar in der Regel so lange, bis er die Wärme der umgebenden Flüssigkeit angenommen hatte. Dieses dauerte immer eine Reihe von Stunden, wie man aus den Beobachtungstabellen sehen kann. Die Abkühlung schreitet natürlich immer asymptotisch oder um so langsamer fort, je mehr der Harn von seiner ursprünglichen Wärme verloren hat.

Man stösst unter diesen Verhältnissen auf einen anderen Uebelstand. Die Zersetzung des Urines beginnt, ehe die Wärme desselben bedeutend gesunken ist. Eine Schleimwolke scheidet sich in einzelnen Fällen aus und senkt sich allmählig zu Boden. Untersucht man den Glaskörper nach jeder Wägung unter stärkeren Mikroskopvergrösserungen, so sieht man häufig, dass sich Harnsäurekrystalle und bisweilen auch röthliche Körnchen auf seiner Oberfläche nach

einigen Stunden niedergeschlagen haben. Diese Zerlegung führt eine doppelte Veränderung ein. Der Glaskörper wird um das Gewicht der Kryställchen, weniger dem der Flüssigkeit, die sie verdrängen, schwerer und die Eigenschwere des Harnes der Verdünnung wegen leichter. Ich habe daher auch zwei Arten von Berechnungen mit den oben angeführten Beobachtungen angestellt, eine, die nur den ganz frischen Harn berücksichtigt, und eine zweite, die sich auch auf die Zersetzungsstufen ausdehnt, so lange diese nicht die Eigenschwere in merklicher Weise unregelmässig geändert haben.

Nehmen wir zunächst die beiden ersten Beobachtungen einer jeden Untersuchungsreihe, so finden wir nach (13) oder (14) die in der folgenden Tabelle für den Ausdehnungscoëfficienten des ganz frischen Harnes berechneten Werthe. Den des destillirten Wassers habe ich nach den von Hagen [1]) angegebenen Zahlen interpolirt.

Beobachtungs-nummer	Zeit nach der Entleerung		Wärme in Celsiusgraden		Eigenschwere		Mittlerer Ausdehnungscoëfficient für einen Celsiusgrad innerhalb der entsprechenden Wärmegrenzen	
	Stunde	Minute	höchste	niederste	niederste	höchste	Harn	Wasser
1 2	1	15 bis 15	20.20	16.90	1.0155	1.0173	0.000542	0.000180
5 6		10 bis 24	29.05	25.40	1.0154	1.0167	0.000354	0.000207
13 14		20 bis 33	27.60	25.20	1.0198	1.0201	0.000330	0.000223
18 19		20 bis 59	28.20	21.00	1.0205	1.0227	0.000305	0.000278

Wir sehen hieraus, dass der Ausdehnungscoëfficient der frisch untersuchten normalen Harnarten bedeutend grösser, als der des destillirten Wassers ausfiel. Mag auch der des ersten Urines, der das Dreifache gab, mit bedeutenden Beobachtungsfehlern behaftet

1) Hagen a. a. O. S. 26. 27.

sein, so lehren doch die drei anderen, dass sie den des Wassers um ungefähr 1/2 bis 1/10 übertrafen. Man hat Grössen, die an diejenigen erinnern, welche P. Kremers 1) für wässerige Kochsalzlösungen von 4.1 0/0 bis 26.3 0/0 zwischen 19°.5 C. und 30°.1 C. angiebt.

Berücksichtigen wir dagegen auch diejenigen Erfahrungen, welche an dem in Zersetzung begriffenen Harn gemacht worden, so lange kein unregelmässiger Gang der Eigenschwere auftrat, so erhalten wir:

Beobachtungsnummer	Zeit nach der Entleerung		Wärme in Celsiusgraden		Eigenschwere		Mittlerer Ausdehnungscoëfficient für einen Cels.-grad innerh. d. entsprechenden Wärmegrenzen	
	Stunde	Minute	höchste	niederste	niederste	höchste	Harn	Wasser
1 bis 3	2	15 bis 20	20.20	15.90	0.0155	1.0176	0.000485	0.000181
5 „ 10	7	10 bis 6	29.05	16.00	1.0154	1.0196	0.000318	0.000227
13 „ 16	3	20 bis 3	27.60	16.80	1.0193	1.0217	0.000219	0.000235

Wir sehen, dass diese Urine, wie zu erwarten stand, einen kleineren Ausdehnungscoëfficienten, als der ganz frische Harn ihrer Verdünnung wegen gaben. Wird auch der Glaskörper durch die Ablagerung von mikroskopischen Harnsäurekryställchen schwerer, so ist doch sein Gewichtsverlust in der Flüssigkeit kleiner, folglich auch die berechnete Eigenschwere zu gering. Da sich aber eine grössere Menge von Kryställchen an den Wänden des Glases und oft auch Schleim an dem Boden absetzt, so muss eine wirkliche und keine blos scheinbare Abnahme sowohl der Eigenschwere, als des Ausdehnungscoëfficienten zum Vorschein kommen.

Nr. 11 und Nr. 12 lehren, dass hier der in Folge der Selbstzersetzung des Harnes entstandene Niederschlag eine solche Verdünnung herbeigeführt hatte, dass nach 24 Stunden eine geringere

1) Kremers in Poggendorff's Annalen. Bd. 100. Leipzig. 1857. 8. S. 406. 407. Vgl. auch W. Schmidt, ebendas. Bd. 107. S. 244.

Eigenschwere bei 17° C., als nach 8½ Stunden bei 16°.0 C. vorhanden gewesen. Nr. 3 und 4 zeigen, dass dieses noch nicht in gleichem Maasse nach 19 Stunden in einem anderen Harne aufgetreten war.

b) Galle.

Alle Beobachtungen sind an dunkelgrüner, nicht sichtlich schleimichter Kuhgalle angestellt.

Beobachtungsnummer	Ungefähre Zeit nach dem Tode des Thieres		Unmittelbar gefundenes Gewicht des Glaskörpers in der Galle in Grmm.	Wärme des Glaskörpers und der Galle in Celsiusgraden	Eigenschwere der Galle bei jenem Wärmegrade, die des Wassers = 1
	Stunde	Minute			
5. Frische warme Galle des ungefähr eine halbe Stunde vorher geschlachteten Thieres.					
22	—	30	14.1177	29.20	1.0210
23	1	32	14 0793	18.80	1.0254
24	2	23	14.0729	16.40	1.0261
25	3	35	14.0691	15.00	1.0265
26	19	43	14.0698	15.60	1.0264
6. Dieselbe Galle bis 35° bis 40° C. künstlich erwärmt.					
27	20	9	14.0975	25.40	1.0233
28	20	32	14.0892	22.20	1.0243
29	21	27	14.0787	18.20	1.0256
30	21	49	14.0741	17.20	1.0259
31	22	42	14.0736	16.10	1.0261
32	24	7	14.0716	15.00	1.0262
7. Andere Galle, über Nacht aufbewahrt und bis 35° C. erwärmt.					
33	23	30	14.0816	22.00	1.0250
34	24	27	14.0701	17.60	1.0263
35	25	29	14.0667	15.80	1.0267
36	26	34	14.0641	15.10	1.0270
8. Andere Galle bis auf 35° C. erwärmt.					
37	40	15	14.0012	23.20	1.0330
38	41	14	13.9885	18.25	1.0346
39	41	52	13.9833	16.90	1.0351
40	44	3	13.9790	15.00	1.0356
Von Neuem bis 35° C. erwärmt.					
41	44	18	14.0045	23.95	1.0334
42	45	14	13.9854	18.00	1.0353
43	46	10	13.9802	16.10	1.0353
44	48	35	13.9749	14.55	1.0358
45	68	14	13.9742	13.70	1.0359

Der Vergleich von 22 bis 26 mit 27 bis 32 zeigt zunächst, dass das Erwärmen der Galle am Ende des ersten Tages nach dem Schlachten bis auf 35 bis 40° C. die Eigenschwere nur in sehr untergeordnetem Grade (im Allgemeinen erst, die Beobachtungsfehler mit eingeschlossen, in der vierten Decimale) änderte. Durchgreifendere Unterschiede zeigen sich bei der Zusammenstellung von Nr. 33 bis 36 mit Nr. 37 bis 45. Die beinahe zweitägige Galle hatte eine wesentlich höhere Eigenschwere als die etwas mehr als eintägige. Die Versuchsproben waren so geschützt, dass die Verdunstung allein die Verschiedenheit nicht herbeiführen konnte.

Wir wollen dieselbe doppelte Berechnung des Ausdehnungscoëfficienten wie für den Harn anstellen. Betrachten wir zunächst nur die zwei ersten Beobachtungen einer jeden Gallenprobe, so haben wir:

Beobachtungs-nummer	Ungefähre Zeit nach dem Tode		Wärme in Celsiusgraden		Eigenschwere		Mittlerer Ausdehnungs-coëfficient für einen Celsiusgrad	
	Stunde	Minute	höchste	niederste	niederste	höchste	Galle	Wasser
22 u. 23	bis 1	30 bis 32	29.20	18.80	1.0210	1.0254	0.000425	0.000243
27 u. 28	20 bis 20	9 bis 32	25.20	22.20	1.0233	1.0243	0.000308	0.000242
33 u. 34	23 bis 24	30 bis 27	22.00	17.60	1.0250	1.0263	0.000290	0.000215
37 u. 38	40 bis 41	15 bis 14	23.20	18.25	1.0330	1.0346	0.000311	0.000202
41 u. 42	44 bis 45	18 bis 14	23.95	18.00	1.0334	1.0347	0.000212	0.000118

Nehmen wir dagegen bei der ganz frischen Galle alle Beobachtungen, die zwischen 30 Minuten und 3 Stunden 35 Minuten liegen (da die von 19 St. 43 Min. auffallend abweicht) und die sämmtlichen Erfahrungen der übrigen Gallensorten, so haben wir:

Beobachtungs-nummer	Ungefähre Zeit nach dem Tode		Wärme in Celsiusgraden		Eigenschwere		Mittlerer Ausdehnungs-coëfficient für einen Celsiusgrad	
	Stunde	Minute	höchste	niederste	niederste	höchste	Galle	Wasser
22 bis 25	— bis 3	30 bis 35	29.20	15.00	1.0210	1.0265	0.000382	0.000223
27 „ 32	20 bis 24	9 bis 7	25.40	15.00	1.0233	1.0262	0.000274	0.000203
33 „ 36	23 bis 26	30 bis 34	22.00	15.10	1.0250	1.0270	0.000284	0.000186
37 „ 40	40 bis 44	15 bis 3	23.20	15.00	1.0330	1.0356	0.000308	0.000189
41 „ 45	44 bis 63	18 bis 14	23.95	13.70	1.0334	1.0359	0.000237	0.000188

Die Galle gab ebenfalls immer einen grösseren Ausdehnungscoëfficienten, als das Wasser. Die ganz frische, die sich von ihrer thierischen Wärme abkühte, führte zu einem Werth, der nicht weit von dem doppelten des Wassers absteht. Die älteren künstlich erwärmten Gallenproben lieferten verhältnissmässig kleinere Zahlen, die aber immer noch die entsprechenden des Wassers bedeutend übertrafen. Die im Laufe der Zeit eintretende Zersetzung schien sich für die Aenderung der Eigenschwere und des Ausdehnungscoëfficienten weniger als in dem Harne geltend zu machen.

Zweites Verfahren.

Ich hatte mir schon vor Jahren, und zwar zunächst zu eudiometrischen Zwecken, eine gläserne Vorrichtung anfertigen lassen, die unten einen cylindrischen Behälter von 10 Centimeter Länge und 7 Centimeter Umkreis des Querschnittes führte, und oben eine angeschmolzene 16 Centimeter lange Röhre trug. Der Hohlraum von dieser besass einen Durchmesser von 5 Millimeter. Eine Theilung

von 190 Graden von je einem Millimeter gegenseitiger Entfernung war an ihrer Aussenfläche eingeätzt. Füllte man das Ganze mit einer warmen Flüssigkeit, z. B. bis 190°, und liess sie erkalten, so konnte man (abgesehen von den Veränderungen der Glasmasse selbst) die Volumensabnahme während des Erkaltens an der Gradeintheilung ablesen. Da der Hohlraum der Anzeigeröhre die Einführung eines Thermometers nicht gestattete, so musste man die Wärme der Flüssigkeit, z. B. des Wassers oder des Oeles, in das man die Vorrichtung versenkt hatte, für die der Prüfungsflüssigkeit annehmen. Das Ganze eignete sich zu befriedigender Erläuterung der wesentlichsten, in Vorlesungen darzustellenden Verhältnisse.

Ich liess mir in neuester Zeit einen anderen, genauer arbeitenden Apparat anfertigen. Da häufig nur kleinere Mengen einer thierischen Flüssigkeit zu Gebote stehen, so ist man genöthigt, Behälter von geringem Rauminhalte zu gebrauchen. An ein gutes Fünfzig-Grammen-Fläschchen, dessen eingeriebener Stöpsel unten in ein Thermometer auslief, wurde seitlich ein oben heraustretendes, ungefähr 11 Centimeter langes Rohr angeschmolzen, dessen Innenhöhle einen Millimeter maass und das sich oben zu einem kleinen Trichter erweiterte. Es hat eine Millimetertheilung von hundert Graden. Der Nullpunkt befindet sich unten und der hundertste Grad kurz unter dem Anfange der Trichtererweiterung. Man füllt zuerst das Fläschchen mit der erwärmten Flüssigkeit vollständig an und stösst dann den mit dem Thermometer versehenen Zapfen so rasch als möglich ein. Da der Hohlraum der Seitenröhre kleiner ist, als das Volumen des Thermometers und des eingeführten Zapfenstückes, so gelingt es in der Regel, einen Theil der Flüssigkeit durch die Skalenröhre bis in den Trichter emporzutreiben, wenn man den Zapfen rasch genug einstösst. Dringt sie nur in einen Theil der Skalenröhre, so giesst man neue Flüssigkeit von dem Trichter aus nach und entfernt die sich dazwischen sperrenden Luftmassen mit einem dünnen Platindrahte.

Hat man auf diese Weise das ganze System mit der wärmeren Prüfungsflüssigkeit gefüllt, so stellt man das Pyknometer auf ein passendes Stativ und richtet ein kleines Fernrohr auf das Thermometer desselben und ein zweites auf das Skalenrohr. Man wartet

dann, bis man sicher ist, dass das Thermometer die Wärme der Flüssigkeit richtig angiebt. Steht noch ein Theil derselben in dem Trichter, so entfernt man den Ueberschuss durch Röllchen von Fliesspapier, beobachtet, wann die Tangentenebene des oben concaven Meniscus der sich abkühlenden Flüssigkeit in den Strich der Gradeintheilung, der 100 entspricht, fällt, und liest die dazu erforderliche Wärme ab. Wiederholt man später das Letztere, wenn jene Tangentenebene zum Nullstriche oder einer höheren Marke der Gradeintheilung gelangt ist, so genügt eine solche Doppelbeobachtung, den mittleren Ausdehnungscoëfficienten für die beiden Temperaturgrenzen zu berechnen.

Wir müssen hierbei die scheinbare von der wirklichen Ausdehnung unterscheiden. Jene berücksichtigt nicht die Volumensänderung, welche das Pyknometer und dessen Skalenrohr durch den Wärmewechsel erleiden. Die wegen jener Raumverschiedenheit nöthige Verbesserung führt natürlich erst vollkommen genügende Ergebnisse herbei.

Betrachten wir zuerst die scheinbare Ausdehnung, so sei V_1 der Rauminhalt der Flüssigkeit, die sich in dem Pyknometer und in dem Skalenrohre bis zu dem Theilstriche 100 befindet, bei der höheren Anfangswärme t_1 und V_2, bei der niederen Endwärme t_2, endlich β der mittlere Ausdehnungscoëfficient innerhalb der Wärmegrenzen t_1 und t_2, so erhalten wir, wenn das Uebrige unverändert bleibt, die Beziehung:

$$V_2 \, [1 + \beta \, (t_1 - t_2)] = V_1.$$

Folglich:

$$\beta = \frac{\frac{V_1}{V_2} - 1}{t_1 - t_2} \tag{15.}$$

oder auch:

$$\beta = \frac{V_1 - V_2}{V_2 \, (t_1 - t_2)} \tag{16.}$$

wobei β immer positiv bleibt, da $\frac{V_1}{V_2} > 1$ und $t_1 > t_2$ der Voraussetzung nach ist.

Kehren wir die Gleichung (12.) um, so haben wir:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{1+\beta t_1}{1+\beta t_2} \tag{17.}$$

wo s_1 die Eigenschwere der Flüssigkeit für die Wärme t_1 und s_2 die für t_2 ist.

Tragen wir den Werth von β aus (15.) und (17.) ein und reduciren, so finden wir:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{V_1 t_1 - V_2 t_2}{V_2 (t_1 - t_2) + t_2 (V_1 - V_2)} \tag{18.}$$

Man kann also ausser dem Ausdehnungscoëfficienten noch das Verhältniss der beiden Eigenschweren der Flüssigkeit bei zwei verschiedenen Wärmegraden finden, ohne dass die Einzelwerthe dieser Eigenschweren bekannt sind. Legt man die eine desselben als Einheit zum Grunde, so bildet der Verhältnisswerth der anderen das auf jene bezogene specifische Gewicht. Stellt man also zwei Abkühlungsversuche, den einen mit destillirtem Wasser und den andern mit einer thierischen Flüssigkeit an, so giebt (18.) das Mittel an die Hand, das specifische Gewicht des letzteren zu berechnen.

Gehen wir nun zu der wegen Raumveränderung des Glases nöthigen Verbesserung über, so sei V_0 der Rauminhalt des Pyknometers und des Skalenrohres bis 100^0 bei der Wärme t_0 und α der lineare Ausdehnungscoëfficient des Glases. Wir erhalten für diesen Rauminhalt $V_0 [1 + 3\alpha (t_1 - t_0)]$ bei der Wärme t_1 und $V^0 [1 + 3\alpha (t_2 - t_0)]$ bei der t_2. Die Abkühlung von t_1 auf t_2 erzeugt also eine Raumverminderung, welche der Differenz jener beiden Produkte oder $3\alpha V_0 (t_1 - t_2)$ gleicht. Hat man ein cylindrisches Skalenrohr, dessen Querschnitt q bei der Temperatur t_2 ist, so entspricht jene Raumabnahme einer Säulenlänge l des Skalenrohres von:

$$l = \frac{3\alpha V_0}{q} (t_1 - t_2) \tag{19.}$$

Sind, wie gewöhnlich, die Volumina und die Querschnitte in Cubik- und in Quadratcentimetern ausgedrückt, so findet man die Säulenlänge l in Centimetern. Da aber die Skala des Säulenrohres nach Millimetern fortschreitet, so beträgt jene Raumverminderung

10 l Grade. Sie würde die Flüssigkeit um diese Höhe in dem Skalenrohre emporgetrieben haben. Ist aber jene dessenungeachtet bis Null oder einem andern V_2 entsprechenden Grade heruntergegangen, so beträgt der Volumensunterschied bei t_1 und t_2 nicht $V_1 - V_2$, sondern $V_1 - V_2 + 3\alpha V_0 (t_1 - t_2)$. Wir erhalten demgemäss für den wirklichen Ausdehnungscoëfficienten nach (16.):

$$\beta = \frac{V_1 - V_2 + 3\alpha V_0 (t_1 - t_2)}{V_2 (t_1 - t_2)} \qquad (20.)$$

oder auch:

$$\beta = \frac{\frac{V_1}{V_2} = 1}{V_2 (t_1 - t_2)} + \frac{3\alpha V_0}{V_2} \qquad (21.)$$

Wollte man das Verhältniss der Eigenschweren oder die Grösse $\frac{s_2}{s_1}$ genauer bestimmen, so müsste man den verbesserten Werth $V_1 + 3\alpha V_0 (t_1 - t_2)$ statt V_1 in die Gleichung (18.) einsetzen.

Da übrigens in (21.) der eine Factor $3\alpha = 0{,}000027$ ein kleine Bruch ist und der andere $\frac{V_0}{V_2}$ der Einheit mehr oder minder nahe steht, so kann man in (21.) $\frac{V_0}{V_2} = 1$ ohne erheblichen Fehler setzen. Die wegen der Raumabnahme nöthige Verbesserung kommt dann darauf hinaus, den Werth des Ausdehnungscoëfficienten um 0,000027 zu erhöhen.

Will man den Ausdehnungscoëfficienten einer thierischen Flüssigkeit im Verhältniss zu dem des Wassers bestimmen, so macht man einen zweiten Versuch und richtet es bei diesem so ein, dass die Tangente des Meniscus wiederum bei 100^0 des Skalenrohres steht, wenn das in dem Pyknometer enthaltene Thermometer die Wärme t_1 zeigt, was ziemlich leicht bei einiger Uebung möglich ist. Man beobachtet hierauf die Wärme t_3, bei der jene Tangente den Nullstrich erreicht. Da die Unterschiede von t_2 und t_3 für Harn, Galle und andere thierische Flüssigkeiten nicht gross sind, so kann man alle wegen der Raumänderung vorzunehmenden Verbesserungen hinweglassen. Nennen wir wiederum den Ausdehnungscoëfficienten der

thierischen Flüssigkeit β und den des Wassers γ, so giebt die Gleichung (16.) die Beziehung:

$$\frac{\beta}{\gamma} = \frac{t_1 - t_3}{t_1 - t_2} \qquad (22.)$$

d. h. die Ausdehnungscoëfficienten der beiden untersuchten Flüssigkeiten verhalten sich zu einander umgekehrt, wie die Temperaturunterschiede, durch die sie ihre Volumina um die gleiche Verhältnissgrösse ändern. Da der mittlere Ausdehnungscoëfficient des Wassers für die Wärmegrenzen t_1 und t_3 bekannt ist, so kann man auch die Einzelnwerthe des Ausdehnungscoëfficienten β der thierischen Flüssigkeit nach (20.) berechnen.

Lässt man die Abkühlung in der Luft vor sich gehen, so erhält man oft wesentlich unrichtige Ergebnisse, vorzugsweise desshalb, weil sich das Scalenrohr nach einem anderen Gange, als das Pyknometer und dieses wiederum anders in seinem Umkreise als in der Mitte, wo sich das Thermometer befindet abkühlt. Man vermeidet einen grossen Theil dieser Uebelstände, wenn man die ganze Vorrichtung bis zur Nähe der Trichtermündung in Wasser, Oel oder Glycerin an möglichst wenig Drähten aufhängt. Die Wärme der umgebenden Flüssigkeit darf jedoch nicht zu sehr von der Anfangswärme der Prüfungsflüssigkeit abweichen, weil sonst die Abkühlung so rasch fortschreitet, das man nicht sicher ist, dass das Thermometer des Pyknometers den richtigen Wärmegrad anzeigt. Eine langsame Abkühlung und das häufige Umrühren der umgebenden Flüssigkeit schützen am Besten vor gröberen Irrthümern.

Dieses zweite Verfahren nimmt übrigens dieselbe unzureichende Stellung ein, die allen Mittelparteien zukommen. Es genügt den strengen physikalischen Forderungen weniger als das erste und ist verwickelter, als das dritte, das sich eben seiner Einfachheit wegen der praktisch-medicinischen Anwendung empfehlen dürfte.

Drittes Verfahren.

Die Gleichung (13.) lehrt, dass wir den mittleren Ausdehnungscoëfficienten, der innerhalb der Wärmegrenzen t_1 und t_2 gültig ist, berechnen können, wenn wir die der Wärme t_1 entsprechende

Eigenschwere s_1 und die zu der Wärme t_2 gehörende s_2 ermittelt haben. Man versenkt daher ein Araeometer, in das ein Thermometer eingeschmolzen ist, wie es Vogel zuerst für seine Urometer angab, in die warme Flüssigkeit, liest nach einiger Zeit, wenn man voraussetzen darf, dass das Thermometer bis zur Temperatur der Flüssigkeit gestiegen ist, die Wärme und die Eigenschwere ab und wiederholt diese Doppelbeobachtungen, nachdem sich die Flüssigkeit um eine Reihe von Graden langsam (Siehe oben S. 68) abgekühlt hat. Das Verfahren ist so einfach, dass es die Aerzte leicht bei ihren Kranken, zunächst für den Harn, anwenden und so ein für sie neues Untersuchungsmittel gewinnen könnten. Ich muss jedoch sehr davor warnen, gewöhnliche Araeometer, die mit eingeschmolzenen Thermometern versehen sind, ohne weiteres gebrauchen zu wollen. Ich habe z. B. zwei solche Urometer von einer bekannten deutschen Firma bezogen. Das eine zeigte die bei 15° C. geltende Eigenschwere zwischen 1.000 und 1.030 und das andere die zwischen 1.020 bis 1.040 an. Die Thermometer beider wichen untereinander um 0°.3 bis 0.°5 C. zwischen 19°.0 C. und 33°.0 C. ab. Ich machte eine Reihe von vergleichenden Bestimmungen mit meinem sich abkühlenden Harne, in der ich die Eigenschwere mittelst der Wägung des Glaskörpers in der Flüssigkeit und mittelst einer oder beider Araeometer aufsuchte. Es zeigte sich hierbei, dass die für 1.000 bis 1.030 bestimmte Vorrichtung das specifische Gewicht um 0.002 bis 0.003 zu hoch angab. Nahm ich Harn, der eine Eigenschwere von 1.020 nach diesem Urometer hatte, so sank das andere nicht bis 1.020 ein, sondern blieb um so viel zurück, dass seine Anzeigen zwar absolut richtiger erschienen, von denen des anderen Urometers aber merklich abwichen. Beide stimmten besser nachdem ich die Eigenschwere dadurch erhöht hatte, dass ich eine gewisse Menge Kochsalz in dem Harne auflöste. Das eine Araeometer gab dann bei 19°.0 C. 1.0280 und das andere 1.0285.

Es versteht sich von selbst, dass der Gebrauch solcher ungeprüfter Vorrichtungen zu bedeutenden Irrthümern führen könnte. Man darf sich auch nicht zu deren fernerer Benützung verleiten lassen, wenn man einmal zufällig einen Ausdehnungscoëfficienten erhält, der mit dem, welchen das erste Verfahren gibt, genau

übereinstimmt. Die Gleichung (14.) lehrt, dass die Grösse des Ausdehnungscoëfficienten β nicht von der absoluten Grösse der beiden Eigenschweren s_1 und s_2, sondern von dem gegenseitigen Verhältnisse derselben $\frac{s_2}{s_1}$ abhängt. Nun bleibt der Werth eines jeden Bruches der gleiche, wenn man Zähler und Nenner desselben mit der gleichen rationalen oder auf dieselbe Näherungsgrösse beschränkten irrationalen Zahl vervielfältigt. Es kann daher eine unendlich grosse Menge von Paaren der specifischen Gewichtswerthe geben, von denen jedes einen richtigen Ausdehnungscoëfficienten liefert, während jeder der beiden Einzelwerthe unrichtig ist. Findet auch keine vollständige Ausgleichung durch die Eigenschweren statt, so können günstige Verhältnisse der verschiedenen bei der araeometrischen und der Gewichtsbestimmung auftretenden Wärmegrössen unterstützend eingreifen.

Ich habe sechs frisch gelassene Harne mit dem von 1.000 bis 1.030 reichenden Eudiometer und zugleich nach dem ersten Verfahren untersucht, um einen Begriff von der Grösse der beiderseitigen Abweichungen zu erhalten. Sie lagen in der vierten oder der fünften Decimale des Ausdehnungscoëfficienten, bestätigten also von Neuem, dass das Araeometer nicht ohne weiteres zu gebrauchen sei. Ich erhielt dabei zufällig einen Fall, in welchem das erste und das dritte Verfahren Werthe des Ausdehnungscoëfficienten gaben, die erst in der sechsten Decimale gegenseitig abwichen. Es fand sich:

1) Araeometer: Eigenschwere 1.020 bei 30°.0 C. und 1.023 bei 20.0° C. mittlerer Ausdehnungscoëfficient = 0.000295.

2) Abwägung des Glaskörpers in dem frischen Harne: Eigenschwere 1.0168 bei 28°.95 C. und 1.0196 bei 19°.40 C. mittlerer Ausdehnungscoëfficient 0.000290.

Die Ausgleichung werde hier nicht bloss durch das Verhältniss der Eigenschwere, $\frac{1.023}{1.020} = 1.00294$ und $\frac{1.0196}{1.0168} = 1.00276$, sondern auch durch die von dem Thermometer des Araeometers nicht richtig angezeigten Wärmegrade herbeigeführt.

Es bleiben unter diesen Verhältnissen nur zwei Wege übrig. Entweder entschliesst sich der Künstler ein mit eingeschmolzenem Thermometer versehenes Araeometer anzufertigen, das ein wahres Praecisionsinstrument bildet, dessen Thermometer also die Wärmegrade einem Normalthermometer entsprechend anzeigt und dessen specifischer Gewichtsscala nach Bestimmungen der Eigenschwere durch das erste oben angegebene Verfahren entworfen worden, oder ein Kliniker, der eines der gewöhnlichen künstlichen Araeometer benützen will, lässt die Anzeigen des Thermometers desselben durch einen Physiker mit denen eines Normalthermometers vergleichen und demgemäss eine erste Gebrauchstabelle entwerfen. Eine zweite ist für die Araeometergrade nöthig. Man wird sie gewinnen, wenn man einen Glaskörper, dessen Rauminhalt genau ermittelt worden, in passenden Lösungen z. B. von Kochsalz bei bekannten Temperaturen abwiegt und gleichzeitig die Flüssigkeit mit dem Araeometer prüft. Da die fortdauernde Wirkung des Luftdruckes den Rauminhalt der Quecksilberkugel anhaltend und zwar um so mehr verkleinert, eine je kürzere Zeit seit der Anfertigung des Thermometers verflossen ist, so wird man eine Revision der Thermometertabelle alle zwei bis drei Jahre oder besser noch selbst nach einer kürzeren Zwischenzeit vornehmen lassen.

Die Ablesung der Araeometergrade fordert noch eine Vorsichtsmaassregel. Füllt man den Cylinder mit der Prüfungsflüssigkeit nur theilweise an und lässt dann in ihr das Araeometer schweben, so kann man die Araeometergrade nur unsicher ablesen, selbst wenn die Wände des Glascylinders gut gereinigt worden. Der Flüssigkeitshügel, der sich um den dünnen cylindrischen Abschnitt des Araeometers in Folge der Haarröhrchenanziehung bildet, und die Ablenkung der Lichtstrahlen durch die gebogenen verhältnissmässig dicken Cylinderwände stören in hohem Grade. Es hilft auch wenig, wenn man diese oder den dünnen Theil des Araeometers mit etwas Fett, Oel oder Glycerin bestreicht. Das Zweckmässigste ist, den Cylinder mit der Flüssigkeit vollständig zu füllen, so dass ein Theil derselben überläuft, so wie man das Araeometer einsenkt. Der Rest erzeugt dann einen convexen Oberflächenspiegel, der über die Ebene der Cylinderöffnung um so weiter emporragt, je mehr man gegen die

Mitte fortschreitet. Der dünnere Abschnitt des Araeometers wird zwar wiederum von seinem Capillaritätshügel umgeben. Man kann aber dessenungeachtet leicht die Richtung bestimmen, welche der Tangentenebene des convexen Flüssigkeitsspiegels entspricht. Es versteht sich von selbst, dass man auch hier am Besten mit einem kleinen Fernrohre oder einer Lupe von wenig ausgedehntem Gesichtsfelde ablesen wird, um die Parallaxenfehler möglichst herabzusetzen.

Die in dieser Abhandlung dargestellten Untersuchungen lehren:

1) Die Berechnung des Ausdehnungscoëfficienten einer Flüssigkeit innerhalb gegebener Wärmegrenzen von t_1 und t_2 Graden fordert nicht die Kenntniss der Einzelwerthe der entsprechenden Eigenschwere s_1 und s_2, sondern des gegenseitigen Verhältnisses derselben oder der Grösse $\frac{s_2}{s_1}$. (Siehe Gleichung (14.) S. 58.) Da aber der Werth eines Bruches unverändert bleibt, wenn man den Zähler und den Nenner desselben mit derselben rationalen Zahl oder demselben Näherungswerthe einer irrationalen Grösse vervielfältigt, so können unendlich viele Einzelwerthe der beiden specifischen Gewichte s_2 und s_1 dem Werthe des Bruches $\frac{s_2}{s_1}$ Genüge leisten. Es kann daher vorkommen, dass zwei an und für sich unrichtige Werthe der Eigenschwere einen richtigen Ausdehnungscoëfficienten liefern. Wir haben diesen als einen mittleren anzusehen, wenn der wahre innerhalb der Wärmegrenzen t_1 und t_2 wechselt, und als den wahren, sobald dieses nicht der Fall ist.

2) Die eine Gleichungsform, nach welcher der Werth dieses Ausdehnungscoëfficienten gefunden wird, (Gleichung (13.) S. 58) lehrt, dass er der Differenz der Eigenschwere s_2 und s_1 an den beiden Wärmegrenzen t_2 und t_1 gleicht, getheilt durch den Unterschied der beiden Produkte einer jeden Eigenschwere und des ihr gehörenden Wärmegrades oder s_1t_1 und s_2t_2. Hieraus folgt, dass er sich weder in einfacher Proportion mit der Eigenschwere, noch in solcher mit der Wärmegrösse ändern kann, sondern eine verwickelte Function beider bildet. Dieser Umstand macht es wünschenswerth, dass er in dem Harne, der Galle und anderen thierischen Flüssig-

keiten unter den verschiedenen regelrechten und krankhaften Verhältnissen besonders bestimmt werde.

3) Drei in dieser Abhandlung ausführlicher erläuterte Methoden stehen zu diesem Zwecke zu Gebote. Das Abwägen eines Glaskörpers, dessen Rauminhalt man bei einer bestimmten Normalwärme genau kennt, bildet das erste und zuverlässigste Verfahren. Das zweite besteht in dem Gebrauche eines empfindlichen Ausdehnungsmessers, durch den man den scheinbaren und den wirklichen Ausdehnungscoëfficienten berechnen kann. Die S. 64 beschriebene Vorrichtung liefert zwar ungenügendere Ergebnisse als das erste Verfahren. Sie eignet sich aber für Vorlesungsversuche, vorzugsweise um die Grösse der Raumabnahme des Harnes oder der Galle bei der Abkühlung einer Menge von Zuhörern gleichzeitig anschaulich zu machen.

Das dritte Verfahren lässt die beiden Eigenschweren s_1 und s_2 bei den entsprechenden Wärmegrössen t_1 und t_2 durch ein passendes Araeometer, in das ein Thermometer eingeschmolzen ist, bestimmen. Der mittlere oder der wahre Ausdehnungscoëfficient wird dann nach Gleichung (13.) oder (14.) S. 58 berechnet. Dieses Verfahren ist so leicht durchzuführen, dass es die praktischen Aerzte oder wenigstens die Kliniker anwenden sollten, die Aenderungen des Ausdehnungscoëfficienten z. B. des Harnes unter krankhaften Verhältnissen zu verfolgen. Will man sich aber hierbei nicht in einer Reihe von Selbsttäuschungen, die von unrichtigen Ergebnissen stammen, herumbewegen, so muss man sich von einem bewährten Künstler ein Araeometer mit eingeschmolzenem Thermometer anfertigen lassen, die beide wahre Praecisionsinstrumente sind, oder sich für ein gewöhnliches Instrument zwei Reductionstabellen von einem Physiker verschaffen, von denen die eine die Grade des Thermometers auf die eines Normalthermometers und die zweite die des Araeometers auf die richtigen durch das erste Verfahren gefundenen Grössen zurückführt. Es versteht sich überdies von selbst, dass sich die zufälligen Beobachtungsfehler verhältnissmässig um so weniger geltend machen werden, je weiter die Werthe der Eigenschweren und die der Wärmegrade auseinander liegen. Daher die Regel, die geprüfte

thierische Flüssigkeit allmälig so lange abkühlen zu lassen, als nicht etwa Zersetzungen störend eingreifen.

4) Wie Salzlösungen einen grösseren Ausdehnungscoëfficienten, als reines destillirtes Wasser zu haben pflegen, so wiederholt sich das Gleiche für den Harn und die Galle. Beschränkt man sich auf die Abkühlungszeit von einer Viertel- bis nicht ganz anderthalb Stunden, so gaben vier Proben meines frisch gelassenen Harnes Ausdehnungscoëfficienten, die zwischen 0.000305 bis 0.000542 für jeden Celsiusgrad von 16°90 C. bis 29°05 C. lagen. Die Eigenschweren hatten 1.0155 und 1.0227 als äusserste Grenzen. Die Ausdehnungscoëfficienten des destillirten Wassers wechselten zwischen 0.000278 und 0.000180 innerhalb der entsprechenden Wärmegrenzen. Der Einzelvergleich ergibt, dass sich der Coëfficient des Wassers zu dem entsprechenden Coëfficienten des Harnes in den vier Fällen, wie 1 : 3.01; 1 : 1.71; 1 : 1.03 und 1 : 1.10 verhielt. Es lag kein Grund vor, den ersten verhältnissmässig grossen Werth als fehlerhaft hinwegzulassen.

5) Von dem kurz vorher getödteten Thiere entnommene Rindsgalle, die sich von ihrer thierischen Wärme abkühlte, gab für die ersten anderthalb Stunden einen Coëfficienten von 0.000425 zwischen 29°.20 C. und 18°.80 C. Da das destillirte Wasser 0.000243 innerhalb derselben Grenzen liefert, so hat man ein Verhältniss wie 1 : 1.75. Vier andere Gallenproben, die einen bis zwei Tage alt waren und bis 35° oder 40° C. erwärmt worden, lieferten 0.000212 bis 0.000308. Die äussersten Wärmegrenzen waren 25°.20 C. und 17°.60 C. Das Verhältniss des Ausdehnungscoëfficienten des Wassers zu dem der Galle war in den drei Fällen 1 : 1.27; 1 : 1.35; 1 : 1.54 und 1 : 1.80.

6) Setzt sich aus dem Harne Schleim ab und schlägt die eintretende sauere Gährung Harnsäurekrystalle nieder, so kann desswegen nicht bloss die Eigenschwere, sondern auch der Ausdehnungscoëfficient sinken[1]). Beiderlei Erscheinungen müssen jedoch schon

1) Es lässt sich nach Analogie der Salzlösungen erwarten, dass hierdurch das Volumen im Ganzen zunimmt. Siehe in dieser Hinsicht in Betreff der Erfahrungen von Lindig und der Erläuterung von Schiff bei Raydt a. a. O. S. 8.

tief eingreifen, damit eine solche Aenderung, vorzugsweise des Ausdehnungscoëfficienten merklich werde. Die im Laufe der ersten zwei Tage auftretende Selbstzersetzung der Rindsgalle machte sich in dieser Beziehung weniger geltend.

XXVII. Die Wirkungsgrenzen augenblicklicher, einfacher oder wiederholter elektrischer Erregungen.

Da jeder Reiz eine endliche Zeit dauern muss, wenn er die zu sichtlichen Leistungen führenden Molecularveränderungen in den Nerven und den Muskeln hervorrufen soll, so erklärt es sich, wesshalb zuletzt alle wahrnehmbaren Wirkungen ausbleiben, sowie man die Dauer der Erregung immer mehr abnehmen lässt. Dieses gilt nicht bloss von einer einmaligen Reizung, sondern auch von einer Anzahl rasch auf einander folgender Eingriffe, von denen jeder nur sehr kurze Zeit anhält. Man hatte den Satz aufgestellt, dass der Hüftnerv des Frosches keine Verkürzungen mehr erzeugt, wenn er von tausend elektrischen Erregungen in der Sekunde getroffen wird. Ich führte schon an einem anderen Orte [1]) an, dass ich nicht unbedeutende grösste Hubhöhen der Muskelcurven erhielt, wenn 944 Schliessungen und Oeffnungen des hydroelektrischen Kreises auf den Nerven in je einer Sekunde wirkten. Haidenhain, Bernstein [2]) und Engelmann [3]) machten ebenfalls die Erfahrung, dass mehr als tausend auf die Sekunde kommende Schläge Zusammenziehungen anregen können.

Das Uhrwerk, das ich bei einer andern Gelegenheit beschrieben [4]), diente dem doppelten Zwecke, den erregenden Kreis zu schliessen und die Muskelcurven aufzeichnen zu lassen. Wollte ich Ketten-

---

1) Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels. Leipzig und Heidelberg. 1863. 8. S. 41. 42.

2) J. Bernstein, Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem. Heidelberg. 1871. 8. S. 112. 116. 121.

3) Engelmann in Pflüger's Archiv. Bd. IV. 1871. S. 19—23.

4) Versuch einer physiologischen Pathologie der Nerven. Erste Abtheilung Leipzig und Heidelberg. 1864. 8. S. 85. 86.

ströme gebrauchen, so führte ich einen Leitungsdraht zu dem positiven Pole der nicht isolirten Klemme des Uhrwerkes. Der elektrische Strom wurde dann durch einen Anschlagsstift, ein Zahnrad oder einen theilweise metallischen Cylinder auf die bald zu schildernde Art geschlossen. Der von diesen Einschaltungsvorrichtungen kommende Draht begab sich zu der ersten Klemme eines Sauerwald'schen Galvanometers von 30000 Windungen, dessen zweite und dritte Klemme wechselseitig metallisch verbunden waren. Die vierte entliess einen Draht für die erste Batterieklemme eines Stromwenders mit Punktberührung. [1]) Ein Draht ging von der zweiten Batterieklemme derselben zu dem negativen Kettenpole. Die beiden Ableitungsklemmen derselben entliessen zwei Drähte, die sich zu den beiden, in einer Holzfassung befindlichen und drei Millimeter an ihren Enden wechselseitig entfernten stählernen Einstichsnadeln begaben. Diese kamen in das Hüftgeflecht des enthirnten Frosches. Sie wurden meist mit andern freien Nadeln vertauscht, wenn es sich um unmittelbare Muskelreizung oder um die gleichzeitige Erregung von Nerv und Muskel handelte. Man konnte den Reizungsstrom ab- oder aufsteigend hindurchleiten, je nachdem man den Stromwender gerade oder umgekehrt schloss. Das Galvanometer gab über die Stromstärke Aufschluss.

Der Gebrauch von Inductionsströmen forderte nur die Veränderung, dass man den inducirenden Kreis durch das Uhrwerk schliessen liess und die von der Inductionsrolle ausgehenden Drähte mit dem Galvanometer und dem Stromwender verband.

Sollte die erregende Kette $^1/_{61}$ bis $^1/_{64}$ Secunden geschlossen bleiben, so befestigte man einen Anschlagsstift in dem untersten Theile des Neusilbercylinders, auf dem die Muskelcurven aufgezeichnet wurden, und liess diesen eine Umdrehung in $1^1/_2$ Secunden machen. Ich habe mir einen besonderen stählernen Anschlagsstift für kleinere Schlussdauern der Kette anfertigen lassen. Man kann ihn an der dritten, vierten oder fünften Uhrwerksachse mittelst des Ringes, in dem er haftet, befestigen. Befindet er sich auf der letzten oder

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe Bd. XXXIII. S. 106. 107.

der fünften Achse, so gestattet es das Uhrwerk, dass er sich mit dieser in 0.022 Secunden einmal oder 45 bis 46 mal in der Secunde herumdreht. Schiebe ich dann die Anschlagsvorrichtung vorwärts, so ist die Zeit, während welcher der Stift den Hebel derselben berührt und fortschleudert, während der also die erregende Kette geschlossen bleibt, so kurz, dass man sie nicht mehr mittelst des Pouillet'schen Verfahrens bestimmen kann, wenn man selbst 30000 Windungen des Galvanometers und eine leichte und gut astasirte Magnetnadel gebraucht und die Grade mit einem schwach vergrössernden Fernrohr abliest. Dasselbe ist noch der Fall, wenn sich selbst der Stift nur 29 bis 30 mal in der Secunde dreht. Es bleibt unter diesen Verhältnissen nichts übrig, als die Schlussdauer theoretisch zu schätzen.

Frühere Erfahrungen lehrten, dass ein kleiner, an dem Aufschreibecylinder befestigter Anschlagsstift, wenn sich beide in 1.36 bis 2.50 Secunden herumdrehten, für die Schlussdauer der erregenden Kette Zeiten ergaben, die dem Quadrate der Geschwindigkeiten, also da die Masse unverändert blieb, den lebendigen Kräften des Anschlages nahezu umgekehrt proportional waren. Wollte man diese Norm auf die oben erwähnten raschen Umdrehungen des Stiftes übertragen, so kämen Schlusszeiten von unglaublicher Kürze heraus.

15000 Galvanometerwindungen erzeugten eine Nadelablenkung von 75⁰ für eine Schlussdauer von 0.14 Secunden. Man kann diesen Werth als Ausgangspunkt für die ferneren Bestimmungen zu Grunde legen, weil er nur ungefähr $^1/_7$ der Zeitgrösse beträgt, von der an die Nadelablenkung dieselbe bleibt, die Kette möge, so lange man wolle, geschlossen bleiben. Drehte sich der Anschlagsstift in 1.5 Secunden einmal herum, so schlug die Nadel um 4⁰ aus, während der Hebel der Anschlagsvorrichtung berührt und fortgeschleudert wurde. Dieses würde 0″.0074 oder $^1/_{135}$ Secunde liefern.

Geht man von dem letzteren Werth aus und berechnet die Dauer des Geschlossenseins der Kette bei der Umdrehung des auf der fünften Achse befestigten Anschlagsstiftes nach dem umgekehrten Verhältnisse der Geschwindigkeitsquadrate oder, da die Weglänge unverändert bleibt, nach dem geraden der Quadrate der Umdrehungszeiten, so findet man 0″.0000021 oder $^1/_{500000}$ Secunde für

eine Umdrehungszeit des Stiftes von 0″025 oder 1/40 Secunde. Eine solche von 0″.022 oder 1/45 bis 1/46 Secunde würde 0″.0000016 oder 1/625000 Secunde entsprechen.

Eine genauere Betrachtung macht es wahrscheinlicher, dass die Schlussdauer des elektrischen Kreises nicht mehr von der quadratischen, sondern nur von der einfachen Geschwindigkeit, also nicht von der lebendigen Kraft, sondern von der Bewegungsgrösse abhängt, so wie die Umdrehungsgeschwindigkeit bedeutend zugenommen hat. Bilden der Luftwiderstand und die Reibung des fortzuführenden Hebels der Anschlagsvorrichtung in seinem Charniergelenke Grössen, die der der lebendigen Kraft des Anschlages gegenüber nicht verschwinden, so wird der Werth von dieser bestimmend eingreifen. Erhöht sich aber die Umdrehungsgeschwindigkeit dermaassen, dass jene Widerstandswerthe in Vergleich zu der Kraft des Anpralles verschwindend klein ausfallen, so führt der Anschlagsstift den Hebel widerstandslos mit sich fort, bis sie die Drehung beider um zwei verschiedene Mittelpunkte auseinander bringt. Nennen wir dann die gemeinschaftliche Geschwindigkeit u, die Masse des Anschlagsstiftes m, seine Schnelligkeit vor dem Anschlage v und die Masse des fortbewegten Hebels m', dessen Schnelligkeit vor dem Anprall Null ist, so hat man $u = \frac{m}{m + m'} v$. Da auch hier die Massen und die Weglängen unverändert bleiben, so folgt aus jener Gleichung, dass die Schlussdauer des erregenden Kreises 0″.00012 oder 1/8333 Secunde für eine Stiftsumdrehung von 0″.025 und 0″.00011 oder 1/9091 Secunden für eine solche von 0″.022 betrug.

Wollte ich eine weit grössere Zahl von Schliessungen und Oeffnungen, als das Hammerwerk des Magnetelectromotors gestattete, in der Zeiteinheit herstellen, so befestigte ich eine gut centrirte Messingscheibe, die hundert möglichst gleich geschnittene und an ihren Enden geradflächige Zähne besass, auf der fünften Achse des Uhrwerkes. Ein an seinem Ende plattgeschlagener Platindraht, der in einem federnden Halter eingeklemmt war, schleifte an den Zahnenden und schloss und öffnete hierdurch den elektrischen Kreis. Die Länge der Endfläche eines jeden Zahnes glich 1/10 Millimeter und die eines jeden Zwischenraumes 1 Mm. Ich konnte es ohne

Ueberlastung des Uhrwerkes mit Zuggewichten dahin bringen, dass der Kreis 2985 und selbst 3150 mal in der Secunde geschlossen und geöffnet wurde. Er blieb dann jedes mal $^1/_{32835}$ Secunde in dem ersten und $^1/_{34650}$ Secunde in dem zweiten Falle geschlossen und ungefähr 10 mal so lange geöffnet. Ich hatte noch ein zweites Zahnrad, in dem die Länge der Endfläche eines jeden Zahnes eben so gross als der Lückenraum war. Die jedesmalige Schlussdauer des Kreises glich dann $^1/_{5970}$ und $^1/_{6250}$ Secunde.

Da ich den meiner Ueberzeugung nach für feine physikalische oder physiologische Versuche unbrauchbaren Quecksilberschluss vermeiden wollte, so setzte ich einen hölzernen Hohlcylinder, dessen Oberfläche mit einer dreieckigen [1]) Neusilberplatte theilweise belegt war, auf die vierte oder die fünfte Uhrwerksachse, wenn ich prüfen wollte, welchen Einfluss eine kürzere oder längere, aber immer klein bleibende Schlussdauer der erregenden Kette auf die physiologischen Leistungen ausübt. Der schleifende Platindrath vermittelte wiederum die Schliessung. Eine auf dem Holzcylinder angebrachte Millimetertheilung liess nach der Proportionalität der Seiten ähnlicher Dreiecke berechnen, wie sich die Dauer des Schlusses zu der der Oeffnung bei der höheren oder der tieferen Einstellung des Platindrahtes verhielt.

Lebhafte Winter- oder Frühlingsfrösche dienten zu diesen Untersuchungen. Daniell'sche oder Zink-Kohlenelemente erzeugten den erregenden Strom. Liess ich vier von den Letzteren, wenn sie mit verdünnter Schwefelsäure geladen waren, auf ein Galvanometer von 30000 Windungen mit einer mässig astasirten Nadel wirken, so ruhte diese im Anfange auf 64°.5 und 16 Stunden später auf 64°.2, wie die Mikroskopvergrösserung der Skale lehrte.

Stellte man eine sehr grosse Zahl von Schliessungen und Oeffnungen in der Secunde her, so schwankte die Nadel fortwährend in grösseren und geringeren Weiten. Der Mittelwerth dieser Ausschläge nimmt im allgemeinen mit der Menge der auf die Zeit-

1) In Folge einer optischen Täuschung erschienen die Seiten nicht gerade, sondern gewölbt, insbesondere wenn man sie etwas ausserhalb der Sehweite betrachtete.

einheit kommenden Schliessungen und Oeffnungen ab. Dasselbe gilt von der Knallgasentwickelung. Gebrauchte ich z. B. die erwähnten vier grossen, mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelemente und befand sich Schwefelsäure, die mit dem vierfachen Wasser verdünnt worden,[1]) in dem Voltameter, so erhielt ich:

Mittelzahl der Schliessungen und Oeffnungen in der Secunde.	Durchschnittsmenge des in der Minute erzeugten Knallgases in Cubikcentimetern.	Dauer der beobachteten Gasentwicklung in Minuten
2381	0.17	15
614	0.59	25
538	0.65	15
Zahnscheibe, ruhend an dem Platindraht angelegt, also bleibender Kettenschluss	6.00	6

Die Folgerungen, die ich über die Bewegungserscheinungen ziehe, beruhen auf Ausmessungen von 380 Muskelcurven, welche ich unter der Lupe machte.

Die mit Kettenströmen veranstalteten Prüfungen lehrten:

1. Leitet man 3150 Schliessungen und Oeffnungen eines nicht sehr starken galvanischen Kreises durch den Wadenmuskel eines keineswegs übermässig reizbaren enthirnten Frosches in der Sekunde durch, so erhält man nicht selten Zusammenziehungen, deren grösste Hubhöhe 2 Mm. beträgt, wenn der Muskel 11 Grm. emporzuheben hat. 3125 Schläge, die das Hüftgeflecht in der Secunde trafen, gaben 2.2 und 2985 Schliessungen 2.7 Mm. Die Zahl der auf die Secunde kommenden Erregungen, die noch merkliche Verkürzungen hervorrufen können, ist also in diesem Beispiele ungefähr doppelt so gross, als man selbst in neuester Zeit für die Maximalgrenze der Wirksamkeit angenommen. Die Reizung der frischen Nerven antwortete oft hierbei kräftiger, als die unmittelbare der Muskeln.

1) Die Mischung hatte eine Eigenschwere von 1.209. Dieses stimmt mit der Angabe von Dalton, dass 22.8 % wasserfreier Schwefelsäure 1.213 liefern.

2. Man ist überhaupt nicht berechtigt, eine obere Wirksamkeitsgrenze in dieser Hinsicht festzustellen, weil die Grösse der Leistung, also auch der Nullwerth derselben nicht bloss von der auf die Zeiteinheit kommenden Zahl der Schläge, sondern auch von der schon von Engelmann betonten Stromstärke, der wirklichen und nicht der mittleren Abgleichungsgeschwindigkeit, der Länge und der Empfänglichkeit des angesprochenen Nervenstückes und der Leistungsfähigkeit der Muskelmasse abhängt. Gibt eine gewisse Menge von Schlägen sichtliche Verkürzungen, so kann man sie nicht bloss durch die Vergrösseruug der Zahl der Schläge, sondern auch durch die Erniedrigung der Stromstärke, sei es durch Verminderung der elektromotorischen Thätigkeit oder durch die Einschaltung grösserer Leitungswiderstände beseitigen. Ebenso bleiben später die Erfolge bei der gleichen Schlagmenge und bei unveränderter Stromstärke aus, wenn indessen die Kräfte der Nerven oder des Muskels durch die elektrische Misshandlung oder im Laufe längerer Zeiträume beträchtlich abgenommen haben. Man kann daher nur vorläufig sagen, dass 3000 bis 4000 Schliessungen und Oeffnungen eines Kettenstromes in der Secunde bedeutende Zusammenziehungen in einem Frosche von gewöhnlicher Reizbarkeit hervorrufen können, wenn sie das nicht isolirte und daher auch nicht misshandelte Hüftgeflecht, den Wadenmuskel oder beide zugleich treffen und sich die gebrauchten Stromstärken in mässigen Grenzen halten. Wollte man bis zu Verkürzungswerthen von $^1/_{10}$ Mm. hinabgehen, so wird man wahrscheinlich bis zu einem Vierfachen jener Zahlen unter günstigen Verhältnissen fortschreiten können.

3. Arbeitet man mit reizbaren Nerven, so wächst oft die Leistung sichtlich mit der Länge der Nervenstrecke, auf welche die häufig wiederholten Schläge wirken. Hat dagegen die elektrische Misshandlung die Reizbarkeit beträchtlich herabgesetzt, so ereignet es sich, dass das später geprüfte längere Nervenstück schwächere Verkürzungen liefert, als früher das kürzere gab. Es kann in solchen Fällen vorkommen, dass sich in dieser Hinsicht ein höherer Bezirk des Hüftgeflechtes anders, als ein tieferer verhält.

4. Man findet nicht selten in enthirnten Fröschen Hüftgeflechte, die z. B. stärkere Leistungen bei ab- als bei aufsteigendem Strome

geben, wenn 2000 bis 3000 Erregungen auf die Secunde kommen. Nahm später die Reizbarkeit ab, so ereignete es sich bisweilen, dass dann nur schwache, nicht aber stärkere Ströme diesen Unterschied zum Vorschein brachten.

5. Es lässt sich schon bei den gewöhnlichen galvanischen Reizversuchen wahrnehmen, dass ein absteigender Strom eine kräftige Verkürzung erzeugt, wenn er unmittelbar nach einem aufsteigenden eingreift, dagegen erfolglos bleibt, so wie nur wenige Secunden der Ruhe zwischen beiden Erregungen verstrichen sind. Das Gleiche wiederholt sich für die zahlreichen, rasch auf einander folgenden Schliessungen und Oeffnungen.

6. Man erhält als Regel, vorzugsweise in frischen Präparaten, dass die Nerven für die Einflüsse der zahlreichen Schläge empfindlicher sind, als die Muskelmasse. Bleiben die Stromstärke und die Menge der auf die Zeiteinheit kommenden Kettenschliessungen unverändert, so liefert die Reizung der Muskeln kleinere Hubhöhen, als die der Nerven, wenn man selbst diese nach jenen anspricht, und daher die nachtheiligen Einflüsse der elektrischen Misshandlung keine Täuschungen bereiten können. Der Unterschied der Wirkung ist so gross, dass man ihn nicht von dem etwas grösseren Leitungswiderstande bei dem Durchgange der Ströme durch die Muskelmasse herleiten darf. Man kann ihn mehr als ausgleichen, ohne dass desshalb die niedereren Muskelwirkungen aufhören. Sie erhalten sich auch oft genug, wenn die Reizbarkeit beträchtlich abgenommen hat. Ist aber die der Nerven sehr tief gesunken, so ereignet es sich, dass man weit geringere Leistungen erhält, wenn man die Schläge durch sie, als wenn man sie unmittelbar durch den Muskel leitet.

7. Sticht man die eine Leitungsnadel in das Hüftgeflecht und die andere unterhalb des Fusses (oder in die Klemme des Myographions) ein, so dass der Nerv und der Muskel von dem elektrischen Strom durchflossen werden, so erhält man Ergebnisse, die sich meistentheils denen der unmittelbaren Muskel- und nicht denen der Nervenerregung nähern. Man hat also in der Regel geringere Wirkungen, als bei der blossen Nervenreizung. Eine sehr grosse Empfänglichkeit des Hüftgeflechtes und der Hüftnerven kann jedoch die Leistungen beträchtlich vergrössern.

8. Vergleicht man die Schliessungszuckung bei stillstehendem Zahnrade mit den Verkürzungen, die bei bewegtem auftreten, so erhält man ungleiche Ergebnisse je nach Verschiedenheit der Nebenbedingungen. Liegt die Stromstärke unterhalb einer gewissen Grenze, so gibt die ruhende Zahnscheibe eine Schliessungszusammenziehung von bedeutenderer Hubhöhe, als mehrere tausend Schliessungen und Oeffnungen in der Secunde. Der Unterschied steigt mit der Menge der auf die Zeiteinheit kommenden Schläge. Diese bleiben daher auch oft ohne Erfolg, wenn noch eine einmalige Erregung von längerer Dauer starke Verkürzungen nach sich zieht. Wächst die Stromstärke über eine gewisse Grenze hinaus, so kommt es vor, dass beide Reizungsarten nahezu gleich wirken. Diese Erscheinung zeigt sich vorzugsweise, wenn grosse Hubhöhen auftreten. Sehr geringe Empfänglichkeitsgrade liefern noch bisweilen den Fall, dass die Zusammenziehung ausbleibt, wenn man den Kreis bei ruhender Zahnscheibe von freier Hand schliesst, die Bewegung des Zahnrades hingegen Verkürzungen anregt. Alle diese Erscheinungen können bei der Reizung der Nerven allein, der unmittelbaren Erregung der Muskelmasse oder der Ansprache von Nerv und Muskel auftreten.

9. Führte ich die Tetanisation mit dem S. 79 erwähnten Cylinder aus, so zeigte sich kein sicherer Unterschied in den Erfolgen der Nerven- oder der Muskelreizung, wenn die Zeit, während welcher die Kette geschlossen blieb, $^9/_{10}$ oder $^1/_5$ bis $^1/_6$ eines Cylinderumganges, der 0.10 oder 0.14 Secunden forderte, anhielt. Aeltere Nerven und Muskeln gaben bisweilen grössere Hubhöhen für längere Schlusszeiten.

10. Eine Schlussdauer, die sich theoretisch auf $^1/_{8333}$ Secunde berechnet, kann noch eine merkliche Zusammenziehung in einem frischen enthirnten Frosche hervorrufen, wenn man starke Ströme z. B. vier oder sechs grosse mit Schwefelsäure geladene Zink-Kohlenelemente zur Erregung einer längeren Strecke des Hüftgeflechtes benutzt. Der Versuch gelingt sogar bisweilen noch, wenn schon frühere Erregungen die Reizbarkeit ein wenig erschöpft haben. Diese Erfahrungen lehren schon, dass die Annahme, der Froschnerv habe mindestens eine elektrische Erregung von 0″0015 oder $^1/_{666}$

Secunde nöthig, um in die für die Wirkungen nöthige Molecularbewegung zu verfallen,[1]) einen zu langen Zeitraum festsetzt. Sie rührt vielleicht davon her, dass die Prüfung an Froschpräparaten vorgenommen wurde. Die Nerven von diesen erleiden aber immer mechanische Misshandlungen bei ihrer Sonderung.

11. Es kommt häufig vor, dass das Hüftgeflecht eines Frosches den man nur enthirnt oder in dem man auch das Rückenmark in der Gegend des vierten bis sechsten Wirbels quer durchschnitten hat, um die Mitwirkung des centralen Nervensystems auszuschliessen, für eine Stromesrichtung empfänglicher als für die entgegengesetzte ist. Dieses verräth sich auch für die einmalige Erregung von sehr kurzer Schlussdauer. Hatte ich z. B. die drei Millimeter wechselseitig entfernten Einstichsnadeln in die obere Hälfte des Hüftgeflechtes eines kleinen enthirnten Frosches eingesetzt, so gab eine einmalige Reizung, deren Dauer zu $^1/_{909}$ Secunde (S. 78) berechnet wurde, schwache Zusammenziehungen im Oberschenkel und auch solche im Fusse bei schneller mehrmaliger Wiederholung des Anschlages, wenn der Strom aufsteigend dahin ging. Alle Wirkungen fehlten dagegen bei absteigendem Durchflusse. Diese Begünstigung der aufsteigenden Richtung hört oft auf, so wie man das Rückenmark zerstört hat.

Befindet man sich an der Grenze der Wirksamkeit der einmaligen Reizung von sehr kurzer Dauer, so hängt häufig der Erfolg von geringfügigen Nebenumständen ab. Man macht nicht selten die Erfahrung, dass die erste Reizung eine Zusammenziehung herbeiführt, alle späteren dagegen versagen, selbst wenn man verhältnissmässig grössere Ruhepausen zwischen je zweien derselben verstreichen lässt. Der günstige Einfluss, den die unmittelbare Abwechselung mit beiden Stromesrichtungen ausübt, macht sich auch hier geltend.

12. Die Formen der Muskelnerven ändern sich wesentlich mit den äusseren Bedingungen. Wir können hierbei vier Wirkungsstufen unterscheiden:

---

1) J. König und Helmholtz, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LXII. 1870. S. 545.

a. Verbinden sich die gewählte Stromstärke, die Zahl der auf die Zeiteinheit kommenden Schläge und die Empfänglichkeit der thierischen Theile zur Herbeiführung der verhältnissmässig günstigsten Erfolge, so hat man eine rasche und daher steile Ansteigung der Muskelcurve und hierauf eine geradlinige oder nur spurweise wellig verlaufende Verkürzungszeichnung während der ganzen Dauer der Zusammenziehung. Die Hubhöhe nimmt dabei häufig in der ersten Zeit allmälig zu, bis sie einen später unveränderten Werth erreicht, der sich aber wiederum verkleinert, wenn die Tetanisation zu lange anhält. Hat man die Schläge nur 1 bis 1½ Secunden auf das Hüftgeflecht wirken lassen, so dass die Reizbarkeit nicht allzusehr herabgesetzt wurde, so fällt die Erschlaffungslinie ziemlich rasch, jedoch langsamer, als die Aufsteigungslinie der Zusammenziehung, nach dem Aufhören der elektrischen Erregung ab. Der Muskel erreicht dabei seine ursprüngliche Länge nicht unmittelbar. Er braucht vielmehr hiefür eine merkliche und zwar oft eine längere Zeit, als die Verkürzung angehalten hat.

Erläutern wir das Gesagte durch ein Zahlenbeispiel.

Vier grosse, mit verdünnter Schwefelsäure geladene Zink-Kohlenelemente lieferten den erregenden Strom, in dessen Kreis ein Widerstand von 2000 Siemens'schen Einheiten ausser den 30000 Windungen des Galvanometers und den Thiergeweben des sechs Millimeter langen Stückes des Hüftgeflechtes und der Nachbarschaft desselben eingeschaltet waren. Das Zahnrad lieferte durchschnittlich 1724 Schläge in der Secunde. Der Cylinder, auf dem die Muskelcurve aufgezeichnet worden, drehte sich in 1½ Secunden einmal herum. War der Stromwender für die aufsteigende Richtung geschlossen worden, so gab der mit 11 Grm. belastete Wadenmuskel eine wirkliche [1]) erste Hubhöhe von 14.5 Millimeter. Sie war in 0.026 Secunden erreicht worden und besass daher eine Secundengeschwindigkeit von $\frac{14.5}{0.026} = 558$ Millimeter für die Secunde. Der Tetanisationscurve stieg nach einigen Wellenspuren geradlinig und

1) Dieser Ausdruck bezieht sich darauf, dass die Hubhöhe zwei Mal so gross, als in der Wirklichkeit aufgezeichnet wurde.

allmälig bis zu einer grössten wirklichen Hubhöhe von 16.0 Mm. empor. Nahm man 8 Mm. Höhe von dem Anfangstheile der Erschlaffungslinie, so wurden diese in 0.135 Secunden aufgezeichnet. Sie ergab also nur eine Secundengeschwindigkeit von 59 Millimeter oder 1/9 bis 1/10 des Werthes, den die Anfangssteigung der Zusammenziehung geliefert hatte. Die Muskelcurve berührte wiederum fast genau die Abscisse 2.9 Secunden nach dem Beginne der Erschlaffung.

b. Die zweite Wirkungsstufe zeichnet sich dadurch aus, dass stärkere Wellen in der Muskelcurve auftreten, sei es dass die allmälige Zunahme der Huhhöhe während der ersten Verkürzungszeiten wiederkehrt oder nicht. Die erste Ansteigung der Muskelcurve pflegt etwas weniger steil emporzugehen. Die Wellen bilden entweder flachere oder rasch abfallende und aufsteigende Linien. Der Uebergang aus einer Hebung in die Senkung oder umgekehrt kann flach oder spitz sein — ein Unterschied, der von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders abhängen würde, wenn diese wechselte, [1]) der aber auch bei unveränderter Umgangsschnelligkeit vorkommt. Die Erschlaffungslinie fällt immer noch langsamer, als die erste Ansteigung der Verkürzung ab. Hat die Tetanisation lange angehalten oder ist der Muskel von vornherein weniger reizbar, so nimmt die Länge desselben in der Zeiteinheit um so weniger zu, je mehr Zeit nach dem Beginne der Erschlaffung verflossen ist. Man hat ein fast asymptotisches Ablaufen.

War der Stromwender aufsteigend eingestellt, so gab der oben erwähnte Frosch eine Muskelcurve, welche die Zeichen der zweiten Wirkungsstufe an sich trug. Die erste Ansteigung von 13.5 Millimeter wurde in 0.0535 Secunden, also mit einer Secundenschnelligkeit von 256 Millimeter oder nicht ganz der Hälfte der ersten Wirkungsstufe erreicht. Dann folgten Auf- und Niedergänge, deren grösste Höhen zwischen 13.5 und 15.0 Mm. und deren grösste Tiefen zwischen 7 und 10.9 Mm. schwankten. Ein steiler späterer Abfall

1) Die Wellen und die Uebergänge werden flacher, so wie die Schnelligkeit der Umdrehung zunimmt. Eine langsame Bewegung liefert daher Spitzen für die Uebergänge und steilere Steigungen und Senkungen der Verkürzungs- und Erschlaffungslinien.

erzeugte ein Hinuntergehen von 15.5 bis 3.6 Mm. Die ersten 10.5 Mm. der Erschlaffung forderten 0.105 Secunden. Sie hatten also eine Secundenschnelligkeit von 100 Mm. Diese war mithin grösser, als auf der ersten Wirkungsstufe.

c. Die dritte zeichnet sich dadurch aus, dass man keine fortlaufende Zusammenziehung hat. Die Vorbereitung hierzu kündigt sich zuerst dadurch an, dass einzelne der Abfälle, welche die Wechselkrämpfe anzeigen, bis in die Nähe der Abscissenachse oder bis zu ihr selbst hinuntergehen. Man erhält später mehrere durch kurze Ruhepausen getrennte Zuckungen. Jede von diesen ist jedoch nicht einfach, sondern aus einer ersten Ansteigung, die nicht immer die höchste bildet, und einer Reihe wellenförmiger Auf- und Niedergänge und einer Erschlaffung zusammengesetzt. Die zwischen den einzelnen Verkürzungen eingeschalteten Ruhezeiten vergrössern sich später und die Verkürzungscurven werden einfacher, so dass sie zuletzt aus einer emporgehenden Zusammenziehungs- und einer absteigenden Erschlaffungslinie, wie die einfachen Muskelcurven einer einzigen Schliessungszuckung bestehen. Der Uebergang der auf- in die absteigende Linie wird meist spitz bei gleichbleibender Umdrehungsgeschwindigkeit. Asymptotische Erschlaffungen finden sich im Ganzen seltener. Sind sie vorhanden, so beginnt die auffallend langsamere Erschlaffung erst, wenn schon der Muskel den grössten Theil seiner ursprünglichen Länge wiedererreicht hat. Das Gesammtbild trägt häufig den Charakter des Unruhigen oder selbst des Stürmischen an sich.

d. Die vierte und letzte Wirkungsstufe besteht darin, dass nur eine einzige Zuckung am Anfange der Erregung durch das Zahnrad zum Vorschein kommt. Es ist dieses die Anfangszuckung von Bernstein [1]). Ihre Curve hat dieselbe Form, wie die der zuletzt erwähnten gesonderten Zuckungen. Sie steigt ziemlich geschwind an und geht verhältnissmässig rasch in die ebenfalls schnell sinkende Erschlaffungslinie über. Der Schreibstift schwingt häufig in merk-

1) J. Bernstein, Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg. 1871. 8. S. 102—116. Vgl. auch J. Setschenow in Pflüger's Archiv. Bd. V. 1872. S. 114—119 und Bernstein, ebendaselbt. S. 318—320. Grünhagen. Ebendaselbst Bd. VI. S. 157 ff.

lichen Weiten nach. Er zeichnet deshalb noch mehrere künstliche Auf- und Niedergänge an.

Die Zeit, welche die Verkürzung und die, welche die Erschlaffung fordert, pflegen keine grossen Unterschiede bei nicht zu sehr gesunkenen Empfänglichkeitsgraden darzubieten. Es kommt aber auch vor, dass die Wiederverlängerung des Muskels nur bis zu einem gewissen Grade schnell fortschreitet und eine Linie in der Folge aufgezeichnet wird, die sich um so langsamer der Abscissenachse nähert, je längere Zeit seit ihrem Anfange verstrichen ist. Ich begegnete auch dem Mittelfalle, dass die Erschlaffungslinie zuerst, wie gewöhnlich, steil abfiel, dann eine Knickung machte und etwas langsamer, aber immer noch schnell genug hinabging oder asymptotisch ablief. Man findet in seltenen Fällen, dass sich noch eine zweite oder mehrere Hebungen in die Erschlaffungslinie einschalten.

Eine der einfachen Anfangszuckungen des oben erwähnten Frosches brauchte 0.033 Secunden für die Verkürzung, die eine Hubhöhe von 7.0 Millimeter erreichte und 0.038 Secunde für die Erschlaffungslinie. Eine andere Anfangszuckung gab eine Zusammenziehungszeit von 0.050 Secunden. Die Verkürzungscurve zeigte hier eine Einknickung. Die erste Erschlaffung von 5.0 Mm. dauerte 0.045 Secunden. Dann folgte ein Knick, als wenn eine neue sehr schwache Zusammenziehung stattgefunden hätte. Die spätere 2.0 Mm. betragende Erschlaffung forderte noch 0.120 Secunden. Die Geschwindigkeit der Verkürzung betrug daher 212 Millimeter in der Secunde. Die erste Erschlaffung hatte in dieser Beziehung 11 Mm. und die zweite nur 16.7 Mm.

13. Man erhält hiernach dieselben Hauptformen der Muskelcurven, wenn die Schliessungen und die Oeffnungen des erregenden elektrischen Kreises rascher oder langsamer, als nach gewissen Grenzwerthen der Unterbrechungspause auf einander folgen. Reizt man den Nerven oder den Muskel einmal, so kann man dieses so ansehen, als würde die zwischen zwei Erregungen liegende Ruhepause unendlich gross. Die Form der Muskelcurven stimmt dann mit der der Anfangszuckung, bei der man jene Pause als unendlich klein betrachten kann. Schliesst man den Kreis mit einem Telegraphentaster, so lassen sich die Ruhezeiten zwischen je zwei

Reizungen so reguliren, dass die Muskelcurven die Formen der dritten, der zweiten oder der ersten Wirkungsstufe annehmen, indem man die Schliessungen immer rascher auf einander folgen lässt. Es ergiebt sich hieraus, dass man in diesem Falle die Dauer der Pausen verkürzen, bei der Anwendung des Zahnrades dagegen dieselben verlängern muss, also entgegengesetzte Wege einzuschlagen hat, um von einer sehr grossen oder sehr kleinen Pausenzeit zu denjenigen Unterbrechungszeiten zu gelangen, die anhaltende Starrkrämpfe statt der Wechselkrämpfe oder einer einzigen Zuckung erzeugen.

14. Ein und derselbe Nerv oder Muskel kann alle Wirkungsstufen von der vierten bis zur ersten darbieten, wenn seine Empfänglichkeit langsam sinkt. Das Gleiche lässt sich künstlich erreichen, wenn man die Stromstärke durch eingeschaltete Widerstände abnehmen lässt. Ein plötzliches Ueberspringen von Starrkrämpfen zur Anfangszuckung wird nur dann bemerkt, wenn die Zahl der auf die Zeiteinheit kommenden Schliessungen und Oeffnungen oder die Stromstärke in allzu grossen Sprüngen geändert wird.

15. Da ein kräftiger Nerv oder Muskel unter denselben Verhältnissen die erste oder die zweite Wirkungsstufe liefert, unter denen ein schwacher die dritte oder die vierte giebt, so kann die auf die Secunde kommende Zahl der Schliessungen bei gleicher Stromstärke oder der Wechsel von dieser bei Unveränderlichkeit von jener als Maass der Leistungsfähigkeit gesunder oder kranker Muskeln dienen.

16. Alle erwähnten Hauptnormen bewähren sich, man möge den Nerv oder die Muskelmasse oder Nerv und Muskel reizen. Man muss dabei nur im Auge behalten, dass man den verhältnissmässig geringsten Leitungswiderstand hat, wenn man die Leitungsnadeln in die Gegend der oberen Hälfte des Hüftgeflechtes einsticht, dass er grösser wird, wenn sich die eine Nadel in dem untersten Theile des Oberschenkels und die andere in der Klemme des mit der Achillessehne leitend verbundenen Myographions befindet und am grössten ausfällt, sowie man die erste Nadel in das Hüftgeflecht versetzt, die zweite dagegen im Myographion lässt.

Gebrauchte ich Induktionsschläge statt der Kettenströme, so fand sich,

17. dass die inducirende Kette weniger als $^1/_{5000}$ Secunde geschlossen zu bleiben braucht, damit der Magnetelektromotor, dessen Hammerwerk gesperrt worden, einen aus einem Schliessungs- und einem Oeffnungsstrome bestehenden Doppelschlag erzeuge, der eine nicht unbedeutende Zusammenziehung anregt, er möge durch das Hüftgeflecht oder durch die Masse des Wadenmuskels gehen. Bleibt die Stromstärke der inducirenden Batterie unterhalb einer gewissen Grenze, so rührt die Wirkung nur von dem Oeffnungsstrome her. Mag dieser weniger als $^1/_{10000}$ Secunde nach Helmholtz oder (als Oeffnungsextrastrom) die verhältnissmässig lange Zeit von $^1/_{1852}$ Sekunde nach Blaserna dauern, so kommen immer äusserst kleine Zeiträume heraus, wenn wir bedenken, dass vermuthlich die in starken Wellen auf- und niedergehenden, aber im Ganzen am raschesten sich abgleichenden Stromstärken der ersten Zeit am kräftigsten und daher bei etwas ungünstigeren Nebenbedingungen allein wirken. Die sehr kurze Dauer der wirksamen Inductionsströme erhärten von Neuem die in Nr. 10 gemachten Bemerkungen. Sie ist übrigens noch ausserordentlich gross im Verhältniss zu der Erregungsdauer der Netzhaut durch den elektrischen Funken.

18. Es kam auch hier der Fall vor, dass ein einziger Induktionsschlag Zusammenziehungen erzeugte, wenn 2857 Inductionschläge in der Secunde, die durch ebenso viele Schliessungen und Oeffnungen des inducirenden Kreises mittelst der Zahnscheibe erzeugt wurden, erfolglos blieben, sowie man eine nur geringe Stromstärke gebrauchte. Man kann auch diese Erscheinung durch die Einschaltung von Widerständen künstlich hervorrufen.

19. Misshandlungen der Nerven durch die vorangegangene elektrische Tetanisation bereiten nicht selten die umgekehrte Wirkungsart, also die blosse Leistung der wiederholten Schläge vor. Es hängt mit einem Worte von der Beweglichkeit der Moleküle ab, ob sie ein einziger kurzer Stoss in die nöthige Schwingung versetzen kann, oder sich eine Reihe fast unendlich kurz dauernder Stösse integriren und die Theilchen immer beweglicher machen muss, damit die

Wirkung zum Vorschein komme. Diese bricht endlich durch den letzten, äusserst kurze Zeit anhaltenden Stoss durch.

20. Man bemerkt auch hier in Einzelfällen, dass der einmalige Schlag Zuckungen nur bei einer, nicht aber bei der entgegengesetzten Richtung des Oeffnungsstromes herbeiführt.

21. Die Einflüsse der Stromstärke richten sich im Allgemeinen nach denselben Normen, wie sie für die Kettenströme angegeben worden.

22. Dieselben Hauptgesetze wiederholen sich auch hier, man möge den Nerven, den Muskel, oder Nerv und Muskel zugleich reizen. Endlich

23. ändern sie sich nicht, sowohl für die Ketten-, als für die Inductionsströme, man möge nur das Gehirn oder ausserdem noch das Rückenmark zerstört oder dieses in der Gegend des vierten bis sechsten Wirbels der Quere nach getrennt haben. Es versteht sich von selbst; dass in der Regel die Empfänglichkeit der Nerven um so mehr leidet, je mehr man das centrale Nervensystem misshandelt hat.

Die Beobachtungen, welche über die negative Schwankung des Nerven- und des Muskelstromes mittelst einer Sauerwald'schen Spiegelboussole unter Abblendung der Wirkungen des Erdmagnetismus angestellt wurden, zeigten, dass

24. ein den Hüftnerven durchsetzender Strom einer Batterie, die nur für $^1/_{2551}$ Secunde geschlossen bleibt, hinreicht, eine Zusammenziehung des Wadenmuskels hervorzurufen und eine negative Schwankung des Muskelstromes herbeizuführen, die sich an einer empfindlichen Spiegelboussole, also durch Fernrohrablesung[1]), erkennen lässt. Ein stärkerer Strom liefert grössere Erfolge.[2])

25. Dienten vier grosse mit verdünnter Schwefelsäure versehene Zink-Kohlenelemente zur Erzeugung des tetanisirenden Stromes, so gaben 2083 Schliessungen und Oeffnungen in der Sekunde, die das Hüftgeflecht eines Frosches trafen, dessen Reizbarkeit in raschem Sinken begriffen war, eine negative Schwankung

1) Das Objektiv des Fernrohres stand 1.7 Meter von der Spiegelebene ab.

2) Vgl. Engelmann, Pflüger's Archiv. Bd. IV. 1871. S. 29.

von 6° und 2273 Schläge, eine halbe Stunde später eine solche von 3°. Reizte man das Hüftgeflecht 2222 Mal in der Sekunde, so lieferte der sich nur schwach zusammenziehende Wadenmuskel eine negative Schwankung seines Muskelstromes von 7°. Kräftigere Präparate würden natürlich weiter geführt haben. Ein ausgeschnittener Schneidermuskel zeigte eine negative Schwankung von 7° für das eine Endstück, wenn das andere mit 2941 Schlägen für die Secunde gereizt wurde. Die oft wiederholten Schläge erschöpfen leicht die Reizbarkeit, so dass jede erneuerte Prüfung zu immer kleineren Wirkungen führt. Man kann noch in solchen Versuchen Schwankungen des Nerven- und des Muskelstromes beobachten, wenn man keine Muskelzusammenziehung mehr unmittelbar sieht.

26. Die Einflüsse der Stromstärke des erregenden Stromes folgen hier denselben Hauptnormen, die für die Muskelverkürzungen gelten. Ich konnte daher auch den Ausschlag, den die negative Schwankung erzeugte, vergrössern, wenn ich z. B. von 2084 Schlägen für die Sekunde auf 571 herunterging.

27. Alle diese Erscheinungen zeigen sich ebenfalls an Nerven, die noch unversehrt sind und daher mit dem Rückenmarke zusammenhängen. Ich beobachtete ausserdem den Fall, dass keine negativen Schwankungen beider Stromesrichtungen, sondern doppelte Wirkungen, die mit den elektrotonischen der Richtung nach übereinstimmten, jedoch kleiner als diese waren, nach vorausgegangener elektrischer Misshandlung auftraten, wenn noch der Nerv mechanisch und elektrisch reizbar war. Man konnte ihn natürlich nur an zwei Punkten der Längsfläche prüfen, so lange er nicht vom Rückenmarke getrennt war. Schnitt man ihn oben und über dem Wadenmuskel durch, legte den unteren Querschnitt und die natürliche Längsfläche auf die Bäusche und reizte das Hüftgeflecht, so erhielt man nur negative Schwankungen bei beiden Stromesrichtungen — ein neuer Beweis, wie sehr die Molekular-Beschaffenheit selbst eines empfänglichen Nerven mit den einzelnen Bezirken wechseln kann.

28. Der Gebrauch von augenblicklichen oder rasch sich wiederholenden Induktionsschlägen führt auch hier in jeder Hinsicht weiter,

als der von Kettenströmen. Ich suchte an einem anderen Orte [1]) zu erhärten, dass die erregende Wirkung, welche der elektrische Strom für den Nerven besitzt, zunächst nicht von seiner elektrolytischen, sondern von seiner mechanischen Wirkung, die man unter dem Bilde eines Stosses auffassen kann, herrührt. Es erklärt sich hieraus, wesshalb die Abgleichungsgeschwindigkeit des Stromes, deren Quadrat man der lebendigen Kraft des Stosses gerade proportional nach jener Auffassungsweise annehmen darf, einen so bedeutenden Einfluss auf die Erregungsleistungen ausübt, wesshalb die Induktionsströme kräftiger als die Kettenströme, und die inducirten Schliessungsströme weniger nachdrücklich, als die ihnen entsprechenden Oeffnungsströme wirken.

29. Sehr geringe Werthe der negativen Schwankung und der doppelten Wirkungen, sowie der elektrotonischen Erscheinungen lassen sich noch erkennen, wenn man ohne Weiteres den Nerven durch Platindrähte mit dem Galvanometer verbindet, mithin die Ablenkung, die der ruhende Strom erzeugt, nicht von der Nervenmasse allein, sondern auch von der elektromotorischen Wirkung dieser und des Platins abhängt.

Nimmt man die Zungenspitze als Prüfungsgegenstand für die Empfindungseindrücke, so zeigt sich:

30. dass der von den Einstichsnadeln unmittelbar berührte Froschnerv die heftigsten Zusammenziehungen in Folge der Einwirkung von Kettenströmen liefert, wenn nicht die geringste Spur einer Tast- oder Geschmacksempfindung an der Zunge entsteht. Dieser Satz gilt sowohl für die einmalige Schliessung bei ruhendem Zahnrade, als für die sehr rasche Wiederholung der Schläge bei bewegtem. Die Induktionsschläge führen natürlich leichter zu Empfindungen, als die Abgleichung der Kettenströme. Man kann aber auch hier sehen, dass sich die Muskeln des Hinterbeines eines Frosches, an dessen Oberschenkelhaut man oben und unten die beiden Nadeln nur angelegt und nicht eingestochen hat, in Folge der schnell wiederholten Induktionsschläge zusammenziehen, wenn die Zunge noch nichts spürt. Dasselbe wiederholt sich für eine

---

1) Diese Zeitschrift Bd. VIII. S. 206—210.

einmalige Schliessung der erregenden Kette während eines kleinen Bruchtheiles einer Secunde. Es versteht sich von selbst, dass man Frösche, deren Reizbarkeit nicht allzutief gesunken ist, nehmen muss, weil es auf den lezten Empfänglichkeitsstufen vorkommt, dass unsere Zungenspitze feiner, als die dann abgestumpften Nerven oder Muskeln des Frosches arbeitet.

31. Gebrauchte ich die oben erwähnten vier Zink-Kohlenelemente für den erregenden Strom und waren die Rollen des Magnetelektromotors ganz zusammengeschoben, so empfand ich noch einen leisen Schmerz an der Zungenspitze bei 3030 Schliessungs- und eben so vielen Oeffnungs-Induktionsschlägen in der Secunde. Die Froschmuskeln zogen sich gleichzeitig schwach zusammen, wenn die Einstichsnadeln die unverletzte Haut in der Gegend der Hüftgelenke berührten. Schwächte man den Strom, so arbeitete wiederum der Frosch besser, als die Zunge. Befindet man sich in der Nähe der Grenze der Einflusslosigkeit, so erkennt man, wie die verschiedenen Stellen der Zungenspitze ungleich wirken. Man macht auch häufig die an den Nerven und den Muskeln des Frosches ebenfalls wiederkehrende Erfahrung, dass nicht selten ein erster Versuch sichere Ergebnisse liefert, die nachfolgenden dagegen keine Wirkungen erzeugen.

32. Die Erfahrung, dass der elektrische Strom ein ungünstigeres Erregungsmittel der Reflexbewegungen des enthirnten Frosches, als die mechanische Reizung bildet, bestätigt sich auch für den Gebrauch des Zahnrades. Es gelang mir dessenungeachtet, schwache Reflexverkürzungen des anderen Froschbeines hervorzurufen, wenn ich 2222 Schläge in der Secunde durch die Schwimmhaut leitete. Da ich gleichzeitig nicht das Geringste auf der Zunge spürte, so bewährte sich wiederum die grössere Leistungsfähigkeit für die Empfindungsnerven und das Rückenmark des Frosches.

Versuche über den Raumsinn der Haut des Unterschenkels.

Von

Adolf Riecker
in Tübingen.

Herr Professor Dr. v. Vierordt hat auf Grund früherer theoretischer Erwägungen die Vermuthung ausgesprochen, dass die Wachsthumszunahmen der Feinheit des Raumsinns der Haut einer bestimmten Körperregion den Abständen der betreffenden Hautstellen von ihrer gemeinschaftlichen Drehaxe proportional sich verhalten, also von der Exkursionsweite der um diese Axe gemachten Bewegungen, mit einem Wort von dem Gebrauch der Körpertheile abhängig sind.

Die Giltigkeit dieser Hypothese wurde für die obere Extremität von den Herren Ullrich und Kottenkamp[1]) und für die untere Extremität von Herrn A. Paulus[2]) in umfassend angelegten Versuchsreihen geprüft und ihre Berechtigung vollständig erwiesen.

Nur Paulus ist bei der Untersuchung des Unterschenkels auf eine bemerkenswerthe Ausnahme gestossen. Er fand nämlich, dass die Stelle der geringsten Feinheit des Raumsinns in der Mitte des Unterschenkels liege, während gegen beide Enden, gegen das Knie- und das Fussgelenk hin, eine allmälige Zunahme der Empfindlichkeit bemerkbar sei (s. Seite 255 ff. seiner Abhandlung). Er selbst sucht sich dieses auffallende Resultat durch eine Reihe von Erwägungen zu erklären, welche wesentlich auf der von Arm und

---

1) Diese Zeitschrift 1870, Bd. VI. S. 37—52.

2) Diese Zeitschrift 1871, Bd. VII. S. 237—262.

Oberschenkel verschiedenen Gebrauchsweise des Unterschenkels beruhen; Erwägungen, deren Triftigkeit Paulus selbst dahingestellt lassen will und auf die hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Beachtenswerth ist jedenfalls, dass der Unterschenkel sehr häufig auch in der Art bewegt wird, dass sein oberes Ende stärkere Exkursionen macht, als sein unteres Ende. Demnach wäre a priori zu erwarten, dass die Einzelnlokalitäten des Unterschenkels sämmtlich ungefähr denselben Grad der Entwicklung des Raumsinns bieten müssten, wenn die Theorie, dass die Feinheit des Raumsinns von der Exkursionsweite der Bewegungen abhänge, auch für den Unterschenkel gelten soll.

Mein Vorgänger, Herr Paulus, hat aber, wie schon gesagt, ein anderes abweichendes Ergebniss erhalten und es erschien daher, ehe in der minutiösen, experimentellen Prüfung der Feinheit des Raumsinns auf Rumpf- und Kopfhaut übergegangen werden konnte, nothwendig, die Region des Unterschenkels nochmals ausführlich zu untersuchen, um entscheiden zu können, ob die von Paulus für diese Lokalität gefundene Abweichung vom allgemeinen Gesetze auch in einem anderen Individuum wiederkehrt oder als subjektive Ausnahme sich erweist.

Diese Aufgabe wurde von mir im Herbst 1872 mittelst einer langen Versuchsreihe, deren Resultate ich in nachfolgenden Tabellen mittheile, wie ich hoffe, in genügender Weise, gelöst. Die Versuchstechnik, sowie die angewandte Methode der „richtigen und falschen Fälle“, welche zwar sehr mühsam und umständlich, aber allein im Stande ist, scharfe Zahlenresultate zu liefern, war ganz dieselbe, wie die meiner genannten Vorgänger, welche ebenfalls im hiesigen physiologischen Institut gearbeitet haben. Es wurde dabei mit denselben Tastobjekten, feinen Nadelpaaren, welche verschiedene, aber fixe, zwischen 2—20 Pariser Linien sich bewegende, Abstände zeigten, operirt; jedoch so, dass dieselben immer in querer Richtung des Gliedes und nur an der äussern, der Fibula entsprechenden, Seite auf die Haut des Unterschenkels aufgesetzt wurden. Mit den verschiedenen Abständen der Nadelspitzen wurde ganz ohne Ordnung abgewechselt und dazwischen auch sehr zahlreiche Vexirversuche angestellt, wobei nur eine Nadelspitze mit der Haut in

(Tabelle zu Seite 9

...denen Urtheile.

Geradlinige Abstände der Berührungspunkte in Pariser Linien				D. Absolute Zahlen der an den einzelnen Lokalitäten gemachten Versuche							
	1	2	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0	10.6	24.1	8.2	160	153	130	149	147	150	126	129
2	19.2	35.7	8.4	73	70	67	63	73	57	74	72
4	27.3	57.1	4.5	73	63	65	63	68	54	82	65
6	56.1	73.5	5.6	73	66	63	61	66	56	67	71
8	76.9	87.5	7.2	65	64	61	65	68	59	71	69
10	93.9	93.0	8.1	66	60	56	56	64	60	61	65
12	96.9	97.9	1.4	67	60	55	47	67	53	71	69
14	98.5	94.7	0	63	56	61	55	67	55	70	67
16	97.0	96.5	0	67	58	61	57	65	51	60	68
18	100	100	0	36	31	34	41	37	41	31	32
20	100	100	0	41	33	35	31	40	37	34	33
			...alität	718	714	687	688	762	683	747	733
			...nter-	5732							


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Berührung gebracht wurde, so dass meine Entscheidungen alle Garantien der Vorurtheilslosigkeit bieten mussten.

Die Gesammtzahl der von mir nach und nach angestellten Einzelversuche beläuft sich auf 5732, mehr als das Doppelte der bei den Untersuchungen von Paulus auf den Unterschenkel kommenden Versuchszahlen. Schon diese grosse, absolute Anzahl der Versuche gibt, wie ich glaube, eine gewisse Bürgschaft für die Richtigkeit der gewonnenen Resultate. Eine weitere Garantie dafür liegt auch in dem Umstand, dass mit zunehmendem Abstand der berührten Hautstellen die procentige Zahl der richtigen Fälle stetig zunimmt, während die fehlerhaften Entscheidungen, d. h. die Urtheile „Einfach", fortlaufend weniger werden. Die wenigen vorkommenden Ausnahmen finden sich nur bei den Versuchen mit sehr grossen Abständen der Berührungspunkte, wo nahezu alle Entscheidungen richtig ausfallen.

Die Länge meines Unterschenkels beträgt 42 Centimeter; dieser Raum wurde in 7 gleiche Bezirke (also 8 Berührungsstellen entsprechend) eingetheilt. Die oberste Berührungsstelle war auf der Höhe des Kniegelenks, entsprechend dem untern Rand der Patella; die übrigen standen um je 6 Centimeter von einander ab; die unterste kam auf den Malleolus externus zu liegen.

Die Resultate meiner Versuche habe ich in derselben Weise wie Paulus in nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. In Tabelle I geben die Köpfe der vertikalen Reihen die Einzelnlokalitäten 1—8 an; der Kürze wegen sind hier die Entscheidungen für dieselben gleich in Procenten aller Fälle angegeben. Sie zerfallen in die 3 möglichen Kategorien: Zweifach- und Einfachempfunden und Unentschieden. In Vertikalrubrik D sind auch die absoluten Zahlen der Versuche angemerkt, welche in den Einzelnlokalitäten für den betreffenden Abstand der Berührungspunkte der Haut angestellt worden sind. Die Tabelle an sich ist leicht verständlich und bedarf desshalb keiner weiteren Erläuterung.

(Siehe anliegende Tabelle I.)

Ein Vergleich meiner Tabelle I mit der entsprechenden Tabelle IV der Abhandlung von Paulus ergibt auf den ersten Blick, dass

die Procentzahlen der richtigen Fälle, d. h. der „Zweifachempfundenen" Berührungen, bei meinen Versuchen viel grössere Werthe zeigen, und dass namentlich die für die mittleren Lokalitäten gefundenen Werthe keineswegs hinter den für die andern Lokalitäten angeführten Zahlen zurück bleiben, sondern dass sämmtliche Lokalitäten sich ziemlich gleich verhalten. Ausserdem ergeben sich in meiner Tabelle auch viel geringere, und zwar für die einzelnen Lokalitäten annähernd gleich bleibende Procentzahlen der „unentschiedenen" Urtheile. Für meine zahlreichen Vexirversuche (die sich auf ca. 1150 belaufen), bei welchen nur eine Berührung stattfand, erhielt ich an allen Lokalitäten ziemlich übereinstimmende procentige Zahlen richtiger Entscheidungen, d. h. solcher, wo ich nur eine Berührung bemerkte; 12—15% Irrthümer kamen aber auch hier vor; unsere Sinnlichkeit ist eben, wenn schwierigere Anforderungen an sie gemacht werden, mit dem Prärogativ der Infallibilität nicht ausgestattet.

Um das Verhältniss der Feinheit des Raumsinns in den einzelnen Lokalitäten noch besser überschauen zu können, haben wir nunmehr zu untersuchen, welche Abstände der Berührungspunkte in den 8 Lokalitäten jeweils eine gleiche Anzahl richtiger Entscheidungen ergeben. Zu diesem Zwecke bediente ich mich der auch von Paulus angewandten, graphischen Methode. Die procentigen Zahlen der richtigen Fälle wurden in ein Coordinatensystem eingezeichnet, dessen Abscissenwerthe die Procentzahlen der richtigen Urtheile und dessen Ordinaten die zugehörigen Abstände der Berührungspunkte darstellten. Die Ordinatenenden für jede einzelne Lokalität wurden durch gerade Linien mit einander verbunden, so zwar, dass die Verbindungslinien für jede Einzellokalität eine bestimmte Farbe erhielten. Dieses ist das einfachste und bequemste Verfahren, um für alle möglichen Procentzahlen richtiger Fälle die zugehörigen Abstände der Berührungspunkte sogleich auffinden und genau bestimmen zu können. Es wurden so fortschreitend um je 5% von 15—100% richtiger Entscheidungen, die in jeder Lokalität der betreffenden Procentzahl entsprechenden Abstände der Berührungspunkte genau gemessen und die Resultate in Tabelle II übersichtlich zusammengestellt. Die

Einzelnzahlen der Tabelle II geben also in Pariser Linien die Abstände der berührten Hautstellen an, welche einer bestimmten, in den Tabellenköpfen der Vertikalrubriken bezeichneten Prozentzahl richtiger Entscheidungen entsprechen. Man sieht bei Vergleichung der einzelnen Zahlenwerthe, dass in allen Lokalitäten die Zahl der richtigen Fälle zunimmt mit dem Abstand der berührten Hautstellen. In der letzten Vertikalcolumne rechts sind die Summen der Abstände der berührten Hautpunkte für 45—100% richtiger Fälle angegeben; diese Zahlen sind demnach die summarischen, direkt vergleichbaren Werthe der Feinheit des Raumsinns in den 8 Einzelnlokalitäten des Unterschenkels. Unterhalb 45% richtiger Entscheidungen sind in den meisten Lokalitäten die Beobachtungen nicht vollständig, wo jedoch noch solche vorhanden waren, sind dieselben an der betreffenden Stelle eingetragen.

(Siehe die Tabelle II auf nächster Seite.)

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Werthe und zwar sowohl die Einzelnzahlen, als die in der Rubrik „Summe der Horizontalreihen" enthaltenen Gesammtwerthe sind am besten dazu geeignet, die Feinheit des Raumsinns der einzelnen Lokalitäten unmittelbar zu vergleichen; denn die ersteren geben fortschreitend um je 5% richtiger Urtheile die zu der betreffenden Procentzahl zugehörigen Abstände der Berührungspunkte; es lässt sich also hieraus direkt entnehmen, ob in dieser oder jener Lokalität ein grösserer oder geringerer Abstand der beiden Berührungspunkte nothwendig ist, um dieselbe procentige Anzahl richtiger Entscheidungen zu erzielen.

Vergleichen wir die in der letzten Vertikalreihe der Tabelle II verzeichneten Summen sämmtlicher von 45% an bis 100% für die einzelnen Lokalitäten in Betracht kommenden Abstände, so ergibt sich: 1) dass die Werthe weder gegen die unterste Lokalität, d. h. in der Richtung vom Knie gegen den Fuss, noch auch in umgekehrter Richtung ohne Unterbrechung zunehmen und 2) dass überhaupt die Differenz zwischen denselben eine so geringe ist, dass für den Raumsinn der einzelnen Lokalitäten des Unterschenkel nahezu gleiche Feinheitswerthe angenommen werden dürfen. Jeden

Tabelle II.

Abstände der Berührungspunkte der Haut für die Procentzahl der richtigen Entscheidungen von 15% — 100%.

	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	Summe der Horizontalreihen von 45%—100%
I. Lokalität		2.2	3.5	4.2	4.6	4.9	5.3	5.6	6.0	6.3	6.5	6.9	7.2	7.8	8.6	9.4	10.9	18.0	91.3
II. Lokalität						2.4	2.9	3.3	3.8	4.4	5.0	5 6	6.3	7.0	7.7	9.0	14.5 13.7 11.0 Mittel 13.1	18.0	86.1
III. Lokalität	2.6	3.5	4.1	4.4	4.6	4.8	5.1	5.4	5.6	5.9	7.3	8.7	9.7	10.5	11.2	11.9	14.8	18.0	114.1
IV. Lokalität		2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	6.2	6.6	6.9	7.3	7.6	8.0	8.7	9.3	10.0	13.5 19.4 Mittel 16.4	18.0	109 0
V. Lokalität	2.2	3.1	4.0	4.5	4.9	5.4	5.9	6.3	6.7	7.0	7.3	7.6	7.9	8.5	9.2	9.9	13.7	18.0	108.0
VI. Lokalität					2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.8	5.9	8.1	9.2	10.3	11.2	12.0	14.3	20.0 16.0 Mittel 18.0	104.3
VII. Lokalität						2.2	2.9	3.5	4 6	6.1	6 6	7.2	7.8	9.2	10.5	11.3	12.0	16.0	97.7
VIII. Lokalität							3.2	4.7	5.7	6.7	7.7	8.5	9.3	10.2	11.5	12 5	13.3	16.0	109.3
Summe der Vertikalreihen	12.3	16.9	21.8	24.5	26.5	28.9	32.4	38.5	42.9	48.1	53.6	60.2	65.5	72.2	79.2	86.0	108.5	140.0	
Mittelwerthe	1.54	2.11	2.73	3.06	3.31	3.61	4.05	4.81	5.36	6.01	6.7	7.52	8.2	9.04	9.9	10.6	13.6	17.5	

falls hat sich ein so wesentlicher Unterschied zwischen Mitte und beiden Enden des Unterschenkels, wie ihn Paulus auf Grund seiner sorgfältigen Untersuchungen an der Haut seines Unterschenkels fand, bei meinen Versuchen nicht ergeben. Nur Lokalität 2 macht insofern eine Ausnahme, als sie eine im Verhältniss zu den anderen Lokalitäten etwas grössere Empfindlichkeit zeigt. Es könnte dies wohl mit der schon von den Herren Kottenkamp und Ullrich beobachteten Thatsache in Zusammenhang gebracht werden, dass beim Ueberspringen eines Gelenks in der Richtung gegen die Peripherie die Empfindlichkeit der Haut eine gewisse Steigerung erfährt. Sonst zeigen, wie gesagt, sämmtliche Lokalitäten annähernd gleiche Empfindlichkeit und man muss annehmen, dass die von Paulus gefundenen gegentheiligen Resultate, die keineswegs auf Beobachtungsfehlern beruhen, von individuellen Einflüssen abhängig sind.

Mit dem von Herrn Professor v. Vierordt aufgestellten Gesetz, das durch die auf grossem, statistischen Material beruhenden Versuche von Kottenkamp und Ullrich und von Paulus empirisch vollkommen bestätigt wurde, lassen sich meine durch das Experiment erhaltenen Resultate auch theoretisch gut vereinigen. Denn fassen wir die verschiedenen Bewegungsweisen des Unterschenkels in's Auge, so stellt es sich heraus, dass derselbe vor allen andern Einzelabtheilungen beider Extremitäten eine Ausnahme macht. Wir gebrauchen nämlich den Unterschenkel einmal rotirend um's Kniegelenk, oft genug aber auch so, dass er um das Tibio-astragalus-Gelenk oder um den ganzen Fuss rotirt. In den letzteren Fällen, die sehr häufig vorkommen, macht also das obere Ende des Unterschenkels die grösseren Exkursionen; dies ist der Fall, wenn beim Gehen das Bein die Rolle des Stützens übernimmt, ferner bei den zahlreichen willkürlichen Bewegungen, die wir im Sitzen ausführen, wobei der Fuss auf den Boden gestützt ist und bei vielen andern ähnlichen Bewegungsweisen. Es streiten sich also hier zwei entgegengesetzte Einflüsse, die sich gegenseitig compensiren, so dass das Endresultat das sein muss, dass keine Einzellokalität des Unterschenkels in Bezug auf die Feinheit des Raumsinns prävaliren kann. Wir können uns dies durch eine graphische Projektion versinn-

ichen. Eine Horizontale repräsentire den Unterschenkel, das linke Ende entspreche dem obern, das rechte dem untern Ende des Gliedes. Die auf die Horizontale gezogenen Ordinaten drücken die Exkursionsweiten der betreffenden Hautstellen bei der Bewegung des Unterschenkels aus. Rotirt der Unterschenkel um das Kniegelenk, so muss die Linie, welche die Ordinaten verbindet, von links nach rechts ansteigen; rotirt das Glied aber um sein unteres Ende, so haben wir ein Aufsteigen der die Ordinaten verbindenden Linie von rechts nach links; beide Linien schneiden sich in der Mitte. Nun sind immer die Summen der Ordinaten beider Linien gleich. Beide Einflüsse zusammen bewirken also, dass die Exkursionsweiten der einen Bewegungsweise zu der der entgegengesetzten sich addiren und daher die Feinheit des Raumsinns an allen Stellen der Haut dieselbe oder wenigstens nahezu gleich ist. Es lässt sich aber auch denken, dass bei verschiedenen Individuen je nach ihrer Gewohnheit oder ihrer Beschäftigung, d. h. je nachdem der Unterschenkel häufiger und ausgiebiger in der einen oder der andern Weise bewegt wird, die obere oder untere Region eine Präponderanz gewinnt und sich hinsichtlich der Feinheit des Raumsinns eine Zunahme in dieser oder jener Richtung geltend macht.

Bei mir, wie gesagt, findet eine Compensation beider Gebrauchsweisen statt, mit dem Ergebniss, dass die Tastempfindlichkeit an allen Lokalitäten des Unterschenkels nahezu gleich ist. Durch meine Erfahrungen wird also das von Herrn Prof. v. Vierordt aufgestellte Gesetz, das Eingangs dieses Aufsatzes erwähnt wurde, vollkommen bestätigt.

Fechner hat in seiner epochemachenden Psychophysik eine Tabelle aufgestellt, welche für das Gesammtgebiet der Unterscheidungsempfindlichkeit die Beziehungen darlegt zwischen der Zahl der richtigen Entscheidungen und der Grösse des objektiven Reizunterschiedes. Meine zahlreichen Einzelnmessungen dürfen wohl auch zu diesem Zweck zusammengestellt werden. Ich gebe deshalb unter den senkrechten Columnen der Tabelle II die Summen der in den einzelnen Vertikalrubriken enthaltenen Zahlen, sowie in der letzten (untersten) Horizontalreihe die Durchschnittswerthe dieser Summen, indem letztere mit 8 dividirt wurden. Es wurde dabei,

damit die Beobachtungen unter 45% richtiger Fälle nicht verloren gehen sollten, zurückgerechnet, und zwar so, dass ein fortlaufendes Verhältniss der Summen bis zu 15% richtiger Urtheile herab hergestellt wurde. Es wurde z. B. die Summe der Rubrik 40% (also 26.1) zur Summe der Rubrik 45% minus der Zahl für Lokalität 8 (d. h. 29.2), weil in ersterer eine Beobachtung für Lokalität 8 nicht vorhanden ist, in's Verhältniss gesetzt und daraus der relative Werth berechnet, der der Summe der Rubrik 40% entspräche, wenn auch für Lokalität 8 ein Eintrag gemacht wäre. Wir haben also:

$$26.1 : 29.2 = x : 32.4 \text{ (vollständige Summe von Rubrik 45\%)}$$

$$x = \frac{26.1 \times 32.4}{29.2} = 28.9.$$

In derselben Weise wurden die Verhältnisszahlen bis zu 15% richtiger Fälle durch Berechnung bestimmt.

Während also bei der Berücksichtigung der gefundenen Mittelwerthe sich zeigt, dass ein Abstand der berührten Hautstellen von 1½ Pariser Linien nur 15% richtiger Fälle ergibt, so steigen dieselben zunehmend mit dem Abstand der berührten Haustellen. Bei etwa 5 Pariser Linien Abstand ist die Zahl der richtigen Fälle ein wenig grösser als die der falschen Entscheidungen. Erst bei 17½ Pariser Linien Abstand fallen alle Urtheile richtig aus. Man sieht hieraus leicht, dass es eigentlich unzulässig ist, zu sagen: Diese oder jene Hautstelle unterscheidet zwei Berührungen von bestimmtem Abstand als doppelte; man hätte immer hinzuzusetzen, wie gross dabei die procentige Zahl der richtigen Entscheidungen ist.

Alle diese umständlichen Ausdrücke sind aber zu umgehen, und können alle Thatsachen auf diesem Gebiet kurz so formulirt werden, dass man zunächst blos die relativen Empfindlichkeitswerthe der einzelnen Hautstellen angibt, ganz unbekümmert um die absoluten Abstände der Berührungspunkte, welche mit einer bestimmten Chance Doppelempfindungen auslösen.

Ueber die Bedeutung des Kochsalzes und das Verhalten der Kalisalze im menschlichen Organismus.

Von

G. Bunge,

Assistenten am chemischen Universitäts-Laboratorium zu Dorpat.

Dass das Kochsalz zu den unentbehrlichen Nahrungsstoffen des Menschen gehört, ist nie bezweifelt worden. Unentschieden ist nur die Frage, ob das in den organischen Nahrungsmitteln aufgenommene Kochsalz zur Erhaltung der normalen Chlor- und Natronmenge im Organismus ausreicht, oder ob wir darauf angewiesen sind, aus dem anorganischen Reiche Kochsalz zu unserer Nahrung hinzuzufügen. Bei der Beantwortung dieser Frage scheint mir bisher die Thatsache zu wenig Berücksichtigung gefunden zu haben, dass unter den Thieren bloss die Pflanzenfresser ein Bedürfniss nach Kochsalz zeigen, nicht die Fleischfresser. Unsere carnivoren Haussäugethiere, der Hund und die Katze ziehen ungesalzene Nahrungsmittel den gesalzenen vor und legen gegen stark gesalzene Speisen entschiedenen Widerwillen an den Tag, während die herbivoren Hausthiere bekanntlich sehr begierig nach Kochsalz sind. Es soll sogar Gegenden geben, wo man dem Vieh Salz reichen muss, um es am Leben zu erhalten. [1]) Derselbe Unterschied in dem Verhalten der Fleisch- und Pflanzenfresser wird auch an wildlebenden Thieren beobachtet. Von Hirschen, Rehen, Gemsen und anderen Pflanzenfressern ist es bekannt, dass sie salzhaltige Pfützen und Felsen aufsuchen, um das Salz zu lecken, und dass Jäger ihnen an solchen Orten auflauern oder Kochsalz ausstellen, um sie anzulocken. Im Altai finden sich Orte, wo das Wild im salzhaltigen, weichen Thonschiefer ganze

1) Liebig, Chemische Briefe, 1865. p. 311.

Grotten ausgeleckt hat.[1]) An Raubthieren ist etwas derartiges nie beobachtet worden.

Dieser Unterschied ist um so auffallender, als die in den organischen Nahrungsmitteln aufgenommenen Kochsalzmengen beim Pflanzenfresser keineswegs geringer sind, als beim Fleischfresser. Vergleichen wir die Nahrung beider in Bezug auf ihren Gehalt an Aschenbestandtheilen, und reduciren wir das zur Erhaltung des Körpergewichtes erforderliche tägliche Nahrungsquantum auf die Einheit des Körpergewichtes, so finden wir, dass die tägliche Natron- und Chlormenge für 1 Kilogramm Pflanzenfresser im Durchschnitt dieselbe ist, wie für 1 Kgr. Fleischfresser. Ein auffallender Unterschied stellt sich dagegen in Bezug auf einen anderen Aschenbestandtheil heraus. Es ist das Kali, von welchem der Pflanzenfresser in seiner täglichen Nahrung wenigstens doppelt so viel aufnimmt als der Fleischfresser. Zur Veranschaulichung dieser Thatsache diene folgende Zusammenstellung.

Nach Bidder und Schmidt [2]) braucht eine 3.2 Kgr. schwere Katze zur Erhaltung ihres Körpergewichtes täglich 140 Grmm. Fleisch. Auf 1 Kilogr. Katze kommen somit 43.57 Grmm. Fleisch. Damit stimmt auch die Angabe Pettenkofer's und Voit's [3]) überein, nach welcher ein Hund von 33 Kgr. 1500 Grmm. Fleisch täglich — somit 44.45 Grmm. auf jeden Kgr. — zur Erhaltung seines Gewichtes bedarf. Zu demselben Resultate kamen ferner Bischoff und Voit [4]) welche fanden, dass die zur Erhaltung des Körpergewichtes erforderliche Fleischmenge bei Hunden je nach dem Ernährungszustande des Thieres $^1/_{25}$ bis $^1/_{20}$ des Körpergewichtes also 40 bis 50 Grmm. auf jeden Kgr. beträgt. Den Gehalt des Fleisches an KO, NaO und Cl habe ich bei Gelegenheit des weiter unten mitgetheilten Versuches I bestimmt. Bei demselben kam es nicht darauf an, reines Muskelfleisch zu verwenden, sondern es wurde eine grosse Quantität (8 Kgr.) Rindfleisch nebst Fett, Bindegewebe, Blutgefässen etc. fein zerhackt und gleichmässig durch-

1) Ledebour's Reise durch das Altai-Gebirge. Berlin. 1830. Th. 2. p. 44
2) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig. 1852. p. 333.
3) Annal. der Chem. u. Pharm. Suppl. II. p. 361.
4) Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860. p. 245.

gemischt. Von diesem Gemische wurden ca. 100 Grmm. zur Alkali- und ebensoviel zur Chlorbestimmung genommen. Ich fand im Mittel aus zwei gut übereinstimmenden Analysen 0.416% KO, 0.081% NaO und 0.071% Cl. Daraus berechnet sich, dass eine Katze von 3.2 Kgr. in ihrer täglichen Fleischnahrung aufnimmt:

0.5824 KO. 0.1135 NaO. 0.0993 Cl.

Auf 1 Kgr. Katze kommen:

0.1820 KO. 0.0355 NaO. 0.0310 Cl.

Das Fleisch geschlachteter Thiere bildet indessen nicht die normale Nahrung der Fleischfresser. Dieselben verzehren meist ganze Thiere mit Hinterlassung unerheblicher Reste. Ich musste daher den Kali-Natron- und Chlorgehalt in einem Gesammtorganismus bestimmen und wählte dazu die Maus. Mehrere dieser Thiere wurden eingefangen und 24 Stunden ohne Nahrung gelassen, um dem Organismus Zeit zu geben, einen in der letzten Nahrung etwa aufgenommenen Ueberschuss an Alkalisalzen auszuscheiden und den Normalgehalt an den fraglichen Stoffen herzustellen. Darauf wurden die Thiere mit Aether getödtet und sofort gewogen.

Zur Alkalibestimmung wurden 3 Mäuse, welche zusammen ein Körpergewicht von 32.3835 Grmm. hatten, in einer Platinschale zerstückelt und bei beginnender Rothgluth verkohlt. Die Kohle wurde längere Zeit mit verdünnter Salzsäure digerirt, um auch die von Knochenerde eingeschlossenen Alkalien in Lösung zu bringen. Darauf wurde die Lösung eingedampft, die Kohle fein zerrieben, mit Wasser digerirt, die Lösung mit Ammoniak übersättigt, filtrirt und der aus phosphorsauren alkalischen Erden und Kohle bestehende Niederschlag ausgewaschen. Das Filtrat wurde in einer Platinschale eingedampft und die Ammoniaksalze durch vorsichtiges Erhitzen bis zu beginnender Rothgluth vertrieben. Der Rückstand wurde mit Wasser aufgenommen, die noch übrige Phosphorsäure und die Schwefelsäure durch Barytwasser, der überschüssige Baryt durch Kohlensäure gefällt, filtrirt, das Filtrat eingedampft, mit wenig Wasser aufgenommen, die Lösung von dem ausgeschiedenen BaO, CO_2 durch Auswaschen auf einem kleinen Filter getrennt, das Filtrat

in einer kleinen Platinschale mit Salzsäure eingedampft, die Chloralkalien schwach geglüht, gewogen und durch Platinchlorid getrennt. Ich erhielt auf diese Weise:

0.2730 KCl + NaCl; daraus 0.5298 KCl, Pt Cl_2

daraus berechnet sich für den Organismus der Maus ein Gehalt von:

3.153 pro Mille KO
1.824 pro Mille NaO.

Bei einer zweiten Bestimmung gaben 3 Mäuse, welche zusammen 31.9995 Grmm. wogen

0.2675 KCl + NaCl; daraus 0.5652 KCl, Pt Cl_2

daraus berechnet:

3.404 pro Mille KO
1.574 pro Mille NaO.

Zur Bestimmung des Chlors [1]) wurden 2 Mäuse, welche zusammen 24.6022 Grmm. wogen, fein zerstückelt und längere Zeit mit einer Lösung vollkommen chlorfreien kohlensauren Natrons digerirt, eingedampft und bei beginnender Rothgluth verkohlt. Die Kohle wurde längere Zeit in der Kälte mit verdünnter Salpetersäure behandelt, die Lösung durch ein Filter gegossen, der Rückstand fein zerrieben, nochmals längere Zeit mit NO_5 behandelt, filtrirt und ausgewaschen. Im Filtrat wurde das Cl in der gewöhnlichen Weise durch Silberlösung gefällt etc. Ich erhielt auf diese Weise

0.1410 AgCl; daraus berechnet
1.417 pr. M. Cl

1) Die Alkalien und das Chlor können in organischen Stoffen, welche eine saure Asche liefern, nicht gut in derselben Portion bestimmt werden, weil beim Einäschern ohne Zusatz einer Basis bekanntlich Chlor ausgetrieben wird, und beim Einäschern mit alkalischen Erden — wie ich mich durch vielfache Versuche überzeugt habe — gleichfalls ein bedeutender Theil des Cl entweicht. Die einzige Methode, das Chlor und die Alkalien in derselben Portion zu bestimmen, wäre somit die, dass man den Stoff mit einer gewogenen Quantität Alkali einäschert. Diese Methode hätte aber den Nachtheil, dass die Bestimmung der Alkalien ungenauer ausfiele und eine sehr grosse Menge Platinchlorid verbraucht würde.

Bei einer zweiten Bestimmung gaben 2 Mäuse (zusammen 28.7800 Grmm.)

0.1819 AgCl; daraus berechnet

1.563 pr. M. Cl

Im Mittel aus beiden Bestimmungen enthält somit der Organismus der Maus

3.278 pr. M. KO

1.699 pr. M. NaO

1.490 pr. M. Cl

Nehmen wir nur an, dass die 3.2 Kgr. schwere Katze statt der 140 Grmm. Fleisch täglich 140 Grmm. Mäuse verzehrt, so nimmt sie damit auf:

0.4589 KO, 0.2379 NaO, 0.2086 Cl

Auf 1 Kgr. Katze kommen:

0.1434 KO, 0.0743 NaO, 0.0652 Cl

Henneberg und Stohmann[1]) fanden bei ihren Versuchen, dass ein 502.5 Kgr. wiegender Ochs zur Erhaltung dieses Gewichtes einer täglichen Futtermenge von 10 Kgr. Kleeheu (81.80% Trockensubstanz) bedurfte. Ein zweiter Ochs, dessen Körpergewicht 575.5 Kgr. betrug, brauchte täglich 27.5 Kgr. Runkelrüben (10.71% Trockensubstanz) und 7.5 Kgr. Haferstroh (84.33% Trockensubstanz). Nach E. Wolff[2]) enthält der Klee auf 1000 Theile Trockensubstanz im Mittel aus 98 Analysen 21.96 Th. KO, 1.39 NaO und 2.66 Cl. Im Haferstroh sind enthalten auf 1000 Th. Trockensubstanz im Mittel aus 9 Analysen 10.40 KO, 1.36 NaO und 2.97 Cl, in der Futterrunkel im Mittel aus 15 Analysen 34.79 KO, 10.24 NaO und 5.41 Cl. Daraus berechnet sich, dass der mit Klee (81.80 Grmm. Trockensubstanz) gefütterte Ochs täglich aufnahm:

179.63 KO. 11.37 NaO. 21.76 Cl.

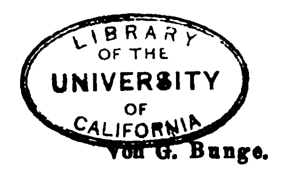
auf 1 Kgr. Ochs kommen:

0.3575 KO. 0.0226 NaO. 0.0433 Cl.

---

1) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig. 1860. p. 32—41.

2) „Aschenanalysen", Berlin. 1871. p. 167. 169 u. 170.



Der mit Runkelrüben und Haferstroh gefütterte Ochs erhielt täglich

in den Rüben (2945.25 Trockens.)	102.46 KO.	30.16 NaO.	15.93 Cl.
im Haferstroh (6324.75 Trockens.)	65.77 KO.	8.60 NaO.	18.79 Cl.
Summa:	168.23 KO.	38.76 NaO.	34.72 Cl.

Auf 1 Kgr. Körpergewicht kommen:

0.2923 KO. 0.0674 NaO. 0.0603 Cl.

Zum Vergleich mit den in Henneberg und Stohmann's Versuchen angewandten Futterstoffen führe ich aus Wolff's „Aschenanalysen" noch einige Durchschnittswerthe für den Kali- Natron- und Chlorgehalt der gewöhnlichsten Futtergewächse an. Dieselben sind nach dem Natrongehalte geordnet.

1000 Theile Trockensubstanz enthalten:

	KO	NaO	Cl
Haferstroh	10.40	1.36	2.97
Klee	21.96	1.39	2.66
Süssgräser	20.80	2.57	3.67
Wiesenheu	15.38	2.65	4.35
Raps	26.88	2.69	5.95
Saure (Ried-) Gräser . .	20.60	5.74	4.52
Wicken	33.93	6.77	3.65
Weisskraut	55.65	7.52	10.38
Turnips (Wurzel) . . .	36.37	7.88	4.06
Futterrunkel (Wurzel) .	34.79	10.24	5.41
Turnips (Kraut) . . .	27.27	11.00	11.79
Möhre (Wurzel) . . .	19.65	12.32	2.90
Zuckerrübe (Kraut) . .	50.07	25.76	20.16
Futterrunkel (Kraut) . .	46.68	30.80	22.56

Man überblickt leicht, dass das in dem ersteren der angeführten Versuche angewandte Kleefutter einen ungewöhnlich niedrigen Natron- und Chlorgehalt hat, und dass der Ochs in einer dem Klee gleichen Menge süsser Gräser die doppelte, in einer gleichen Menge saurer Gräser die 4fache, in einer gleichen Menge Wicken die 5fache und in einer gleichen Menge Futterrunkelkraut die 23fache Menge Natron aufnehmen würde.

Nehmen wir an, dass der 502.3 Kgr. wiegende Ochs statt mit 10000 Grmm. Klee (8180 Grmm. Trockensubstanz) mit einer ebensoviel Trockensubstanz enthaltenden Menge Wicken gefüttert würde, so kämen täglich auf 1 Kgr. Ochs:

0.5523 KO 0.1102 NaO 0.0596 Cl.

Diese Annahme ist vollkommen statthaft, da der Futterwerth der Wicken dem des Klees gleichkommt.

Würde derselbe Ochse mit einer gleichen Menge saurer Gräser gefüttert, so kämen auf 1 Kgr. Körpergewicht:

0.3353 KO 0.0934 NaO 0.0739 Cl.

Diese Werthe müssen etwas zu gering ausgefallen sein, da der Futterwerth der sauren Gräser geringer ist als der des Klees; der Ochs müsste zur Erhaltung seines Körpergewichtes mehr von diesem Futter erhalten.

Die in obiger Tabelle zuletzt aufgeführten Kräuter und Wurzeln haben einen ungewöhnlich hohen Natron- und Chlorgehalt, wie er nur bei wenigen Pflanzen vorkommt; sie dürfen daher in unsere Betrachtung, bei der es auf das gewöhnliche Durchschnittsfutter des Pflanzenfressers ankommt, nicht hineingezogen werden, zeigen jedoch, wie reich an Kochsalz die Pflanzennahrung unter Umständen sein kann.

Stellen wir nun die Resultate dieser Berechnungen zusammen, so finden wir, dass in der täglichen Nahrung aufgenommen werden von:

1 Kgr. Fleischfresser	KO	NaO	Cl
bei Ernährung mit Rindfleisch	0.1820	0.0355	0.0310
„ „ „ Mäusen	0.1434	0.0743	0.0652
1 Kgr. Pflanzenfresser			
bei Ernährung mit Klee	0.3575	0.0226	0.0433
„ „ „ Rüben und Haferstroh	0.2923	0.0674	0.0603
„ „ „ Riedgräsern . . .	0.3353	0.0934	0.0739
„ „ „ Wicken	0.5523	0.1102	0.0596

Die Natron- und Chlormenge ist somit in der Nahrung des Pflanzenfressers ebenso gross, wie in der des Fleischfressers. Dagegen beträgt die Kalimenge in der

Nahrung des Pflanzenfressers das Doppelte bis Vierfache von derjenigen in der Nahrung des Fleischfressers. Dieser Umstand führte mich auf die Vermuthung, dass die Aufnahme dieser grossen Menge Kalisalzes die Ursache des Kochsalzbedürfnisses beim Pflanzenfresser sei.

Wenn nämlich im Kalisalz, dessen elektronegativer Bestandtheil ein anderer als das Chlor ist, z. B. phosphorsaures Kali, in einer Lösung mit Chlornatrium zusammentrifft, so tauschen die beiden Salze ihre Säuren aus; es bildet sich Chlorkalium und phosphorsaures Natron. Wenn somit phosphorsaures Kali durch Resorption der Nahrung ins Blut gelangt, so muss es sich mit dem Chlornatrium des Plasma umsetzen und das dabei gebildete Chlorkalium und phosphorsaure Natron als überschüssig durch die Nieren ausgeschieden werden, damit die normale Zusammensetzung des Blutes erhalten bleibe. Es muss somit dem Blute durch Aufnahme von phosphorsaurem Kali Chlor und Natron entzogen werden, und dieser Verlust kann nur durch Wiederaufnahme von Kochsalz gedeckt werden. Es folgt daraus, dass ein Thier, welches eine an Kalisalzen reiche Nahrung geniesst, wie der Pflanzenfresser, Kochsalz zu dieser Nahrung hinzufügen muss, um die normale Chlor- und Natronmenge im Organismus zu erhalten. Die Richtigkeit dieser aprioristischen Deduktion zu prüfen, ist der Zweck der folgenden experimentellen Untersuchungen.

I.

Versuche über das Verhalten der Kalisalze zum Kochsalz ausserhalb des Organismus.

Die im Thierkörper und in der Pflanzennahrung vorwiegenden Kalisalze sind das Chlorkalium, das phosphorsaure, das pflanzensaure, — welches im Organismus bekanntlich zu kohlensaurem verbrennt — und das schwefelsaure Kali, welches letztere im Thier- und Pflanzenkörper präformirt zwar nur in geringer Menge vorkommt, bei der Verbrennung des Albuminats und anderer schwefelhaltiger Verbindungen aber im thierischen Organismus fortwährend in bedeutender Menge sich bildet und durch die Nieren zur Ausscheidung gelangt. Von

diesen vier Kalisalzen kann sich das Chlorkalium natürlich mit dem Chlornatrium nicht umsetzen. Von den drei übrigen ist bisher nur das Verhalten des phosphorsauren Kalis gegen das Kochsalz untersucht worden: Liebig [1]) giebt an, dass beim Zusammenbringen einer Lösung dieses Salzes mit einer Kochsalzlösung phosphorsaures Natron herauskrystallisirt, dass somit die beiden Salze ihre Säuren austauschen. Durch die folgenden Versuche soll die Frage entschieden werden: 1) ob auch das kohlensaure und schwefelsaure Kali sich ebenso gegen das Chlornatrium verhalten, und 2) ob diese Umsetzung eine vollständige ist, oder ob sich, wie das Berthollet'sche Gesetz es fordert, vier Salze bilden.

Versuch I.

Eine Lösung genau äquivalenter Mengen NaCl und KCO_3 wird bei einer Temperatur, welche zwischen 35 und 40°C schwankt — somit der Körpertemperatur der Warmblüter — der Verdunstung überlassen. Es scheiden sich zweierlei Krystalle aus, welche getrennt aus der Mutterlauge herausgenommen, zwischen Fliesspapier getrocknet, mit wässerigem Alkohol abgespült, nochmals zwischen Fliesspapier getrocknet, und darauf analysirt werden. Die einen — Drusen feiner Nadeln — erweisen sich durch die qualitative Analyse als reines $NaCO_3$. Die anderen — reguläre Krystalle — werden geglüht, gewogen, gelöst und mit Platinchlorid gefällt: 0.1950 Grmm. gaben 0.6424 KCl Pt Cl = 0.1959 KCl. Die regulären Krystalle sind somit reines Chlorkalium. Es hat demnach eine Umsetzung des NaCl und KCO_3 in KCl und $NaCO_3$ statt gefunden.

Versuch II.

Der Versuch I wird dahin abgeändert, dass die Mutterlauge von den ausgeschiedenen Krystallen bei derselben Temperatur abfiltrirt, die Gesammtmenge der auf dem Filter gesammelten Krystalle zwischen Fliesspapier getrocknet, in einer Reibschale fein zerrieben und gleichmässig gemischt wird. In diesem Gemisch wird der Gehalt an K, Na und Cl bestimmt, die CO_2 aus der Differenz berechnet:

---

1) Chemische Briefe. 1865. p. 306. Ann. d. Chem. und Pharm. 1847. Bd. 62. p. 344.

0.7760 Grmm. des geglühten Salzgemenges gaben 0.7893 KCl + NaCl; daraus 2.2166 KCl, $PtCl_2$; daraus berechnet 45.70% K, 5.73% Na.

1.0011 Grmm. des geglühten Salzgemenges gaben 1.6724 AgCl daraus berechnet 41.30% Cl.

Aus der Differenz findet man 7.27% $CO_2 + O$.

Das herauskrystallisirte Salzgemenge hat somit folgende Zusammensetzung:

$$41.30\,\%\ Cl,\quad \frac{41.30}{35.46} = 1.165\ \text{Aequivalent.}$$

$$45.70\ \ K,\quad \frac{45.70}{39.11} = 1.168\ \text{„}$$

$$5.73\ \ Na,\quad \frac{5.73}{23} = 0.249\ \text{„}$$

$$7.27\ \ CO_3,\quad \frac{7.27}{30} = 0.242\ \text{„}$$

Man sieht somit, dass in dem herauskrystallisirten Salzgemenge, das Cl genau dem K, das Na der CO_2 aequivalent ist. **Das Resultat des Versuches I wird somit auch auf diesem Wege bestätigt.**

Da von den 4 hier möglichen Salzen das Kochsalz das am wenigsten lösliche ist, so könnte man verleitet werden, aus der Thatsache, dass kein NaCl herauskrystallisirt, den Schluss zu ziehen, dass auch in der Lösung kein Kochsalz enthalten, dass die Umsetzung eine vollständige gewesen sei. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass wir es in diesem Falle nicht mit gleichen Gewichtsmengen, sondern mit aequivalenten Mengen der Salze zu thun haben. Ein Gewichtstheil NaCl braucht zwar mehr Wasser zu seiner Lösung als ein Gewichtstheil KCl; ein Aequivalent NaCl aber braucht weniger Wasser zu seiner Lösung als 1 Aeq. KCl. Die Löslichkeit der 4 hier in Frage kommenden Salze verhält sich folgendermassen:

1 Th.	NaCl	löst	sich	bei	40° C.	in	2.73	Th. HO.
„	KCl	„	„	„	„	„	2.49	„ „
„	$NaCO_3$	„	„	„	„	„	1.9	„ „
„	KCO_3	„	„	„	„	„	0.6	„ „

74.57 Th. KCl lösen sich bei 40°C. in 186.4 Th. HO.
58.46 „ NaCl „ „ „ „ „ 157.8 „ „
53 „ $NaCO_3$ „ „ „ „ „ 100 „ „
69.11 „ KCO_3 „ „ „ „ „ 42 „ „

Ein Aequivalent KCl braucht somit mehr Wasser zu seiner Lösung als 1 Aeq. jedes der 3 anderen Salze. Bei der allmäligen Verdunstung der Lösung musste daher für das KCl zuerst der Zeitpunkt eintreten, wo die noch übrige Wassermenge dasselbe nicht mehr gelöst erhalten konnte. Es ist also möglich, dass das KCl sich erst im Momente des Herauskrystallisirens gebildet hat, und die Frage, ob die Umsetzung des NaCl und KCO_3 in KCl und $NaCO_3$ bereits in der Lösung vor sich geht, lässt sich auf diesem Wege nicht entscheiden. Es wurde daher folgender Weg eingeschlagen.

Versuch III.

Eine Lösung genau aequivalenter Mengen NaCl und KCO_3 wird bei der Temperatur des Körpers 20 Stunden lang der Diffusion durch vegetabilisches Pergament in destillirtes Wasser überlassen.

Da das Diffusionsvermögen der Salze ein verschiedenes ist, so kann im Diffusate nicht mehr jede der beiden Säuren jeder der beiden Basen aequivalent sein, sondern es muss, falls gar keine Umsetzung statt gefunden hat, das Cl dem Na und die CO_2 dem K aequivalent sein. Falls die Umsetzung eine vollständige gewesen ist, muss im Diffusate das Cl dem K und die CO_2 dem Na aequivalent sein. Falls die Umsetzung eine theilweise gewesen ist, kann gar keine Aequivalenz zwischen Säuren und Basen statt haben. Welcher von diesen drei möglichen Fällen hier eintritt, musste also die quantitative Analyse des Diffusates entscheiden.

50 c.c. des Diffusates eingedampft und geglüht gaben 1.6540 Grmm. Salze; daraus 1.7142 KCl + NaCl; daraus 3.2672 KCl, $PtCl_2$; daraus berechnet 0.52273 K 0.28224 Na.

50 c.c. gaben 2.0938 AgCl = 0.5177 Cl.

Aus der Differenz berechnet sich 0.3313 CO_2 + O.

Dividirt man die gefundenen Werthe durch das Aequivalentgewicht, so findet man:

$$\left.\begin{array}{l}\frac{0.52273}{39.11} = 0.013366 \text{ Aeq. K} \\ \frac{0.28224}{23} = 0.012271 \text{ „ Na}\end{array}\right\} 0.025637\text{[1]}$$

$$\left.\begin{array}{l}\frac{0.5177}{35.46} = 0.014599 \text{ „ Cl} \\ \frac{0.3313}{30} = 0.011043 \text{ „ } CO_3\end{array}\right\} 0.025642$$

Es findet somit zwischen den Basen und Säuren im Diffusate gar keine Aequivalenz statt. Es folgt daraus, dass die Umsetzung des NaCl mit dem KCO_3 eine theilweise ist.

Noch entschiedener tritt dieses Resultat im folgenden Versuche zu Tage, wo die Diffusionszeit kürzer und daher der Unterschied in der Aequivalenz weit bedeutender ist.

Versuch IV.

Diffusionszeit 3 Stunden — sonst wie Versuch III.

50 c.c. Diffusat enthielten 0.7272 Salze; daraus 0.7467 KCl + NaCl; daraus 1.5294 KCl, $PtCl_2$; es berechnet sich 0.24469 K 0.11018 Na.

50 c.c. gaben 1.0918 AgCl = 0.26994 Cl
aus der Differenz findet man 0.1024 CO_2 + O.

$$\left.\begin{array}{l}\frac{0.24469}{39.11} = 0.0062566 \text{ Aeq. K} \\ \frac{0.11018}{23} = 0.0047904 \text{ „ Na}\end{array}\right\} 0.011047$$

$$\left.\begin{array}{l}\frac{0.26994}{35.46} = 0.0076125 \text{ „ Cl} \\ \frac{0.1024}{30} = 0.0034133 \text{ „ } CO_3\end{array}\right\} 0.011026$$

---

1) Die Uebereinstimmung der Summa der Aequivalente beider Basen mit der Summa der Aequivalente beider Säuren bietet eine Controle für die Genauigkeit der Analyse.

Versuch V.

Eine Lösung aequivalenter Mengen NaCl und K_2HPO_8 wird bei Körpertemperatur 2 Stunden lang der Diffusion durch vegetabilisches Pergament in destillirtes Wasser überlassen.

50 es Diffusates, eingedampft und geglüht gaben 0.4000 Grmm. dyrophosphorsaure und Chloralkalien; daraus 0.3860 KCl + NaCl; daraus 0.7949 KCl, $PtCl_2$; daraus berechnet 0.127181 K, 0.056449 Na.

50 c.c. gaben 0.5848 AgCl = 0.144586 Cl.

100 c.c. gaben 0.1808 Mg_2PO_7 = 0.115647 PO_5.

50 c.c. des Diffusates enthalten somit:

K	= 0.127181	= 0.0032519 Aeq.	0.0057062
Na	= 0.056449	= 0.0024543 „	
Cl	= 0.144586	= 0.0040774 „	0.0057064
PO_5	= 0.057824	= 0.0016290 „	

Doppeltes Sauerstoffaequivalent der PO_5 = 0.013034

Salze in 50 c.c. . . . . = 0.3991

Direkt bestimmt . . . . = 0.4000

Das phosphorsaure Kali verhält sich also zum Kochsalz ebenso wie das kohlensaure Kali; es bildet mit demselben gleichfalls 4 Salze.

Versuch VI.

Eine Lösung genau aequivalenter Mengen KSO_4 und NaCl wird $1^1/_2$ Stunden lang der Diffusion überlassen.

50 c.c. Diffusat enthielten 0.2600 Salze.

100 c.c. gaben 0.4905 KCl + NaCl; daraus 0.9964 KCl, $PtCl_2$; daraus berechnet 0.159420 K, 0.073375 Na.

50 c.c. gaben 0.3543 AgCl = 0.087597 Cl.

100 c.c. gaben 0.2663 $BaSO_4$ = 0.091434 SO_3.

100 c.c. des Diffusates enthielten somit:

K	= 0.159420	= 0.0040762 Aeq.	0.0072664
Na	= 0.073375	= 0.0031902 „	
Cl	= 0.175194	= 0.0049406 „	0.0072265
SO_3	= 0.091434	= 0.0022859 „	

Sauerstoffaequivalent der SO_3	=	0.018286
Summe der Salze	=	0.51779
Direkt bestimmt	=	0.5200

Auch hier findet somit keine Aequivalenz zwischen Basen und Säuren statt; das KSO_4 verhält sich folglich zum NaCl ebenso wie das K_2HPO_8 und das KCO_3.

Durch die vorliegenden Versuche ist also der Beweis geliefert, dass das kohlensaure, das phosphorsaure und das schwefelsaure Kali sich mit dem Kochsalze in wässeriger Lösung bei der Temperatur warmblütiger Organismen zum Theil umsetzen. Jedes Kalisalz bildet mit dem Kochsalz 4 Salze: 2 Kalisalze und 2 Natronsalze.

In welchem quantitativen Verhältnisse diese Umsetzung stattfindet, lässt sich durch endosmotische Versuche wohl kaum entscheiden. Ebensowenig kann die Frage auf calorimetrischem Wege gelöst werden; denn da die Neutralisationswärme des KO und NaO mit derselben Säure die gleiche ist, [1]) so muss bei der Umsetzung der Salze durch die Trennung der Säure von der einen Basis ebenso viel Wärme gebunden werden, wie bei der Vereinigung mit der andern frei wird. — Vielleicht liesse sich die Frage durch Bestimmung der Lichtbrechungsexponenten der Salzlösungen entscheiden.

II.

Versuche über das Verhalten der Kalisalze zum Kochsalz im menschlichen Organismus.

Da die Kalisalze sich mit dem Kochsalze umsetzen, so muss aus den oben (p. 111) entwickelten Gründen durch die Aufnahme von Kalisalzen dem Organismus Kochsalz entzogen werden. Da die Umsetzung nur eine theilweise ist, so muss die dem Körper entzogene Kochsalzmenge weniger betragen als das Aequivalent der resorbirten Kalisalze. Dieses Ergebniss der Deduction wird durch die folgenden Versuche bestätigt, in denen die Vermehrung bestimmt

1) J. Thomsen. Thermochemische Untersuchungen. Ann. d. Phys. und Chem. 1871. Bd. 143. p. 354.

wird, welche die Natron- und Chlor-Ausscheidung bei sonst constanter Diät durch Aufnahme von Kalisalzen erfährt.

Ich stellte die Versuche an mir selbst an, weil erstens derartige Selbstversuche mit weit grösserer Genauigkeit ausgeführt werden können, als Versuche an Thieren, und weil zweitens die am Menschen gewonnenen Resultate in praktischer Hinsicht von besonderem Interesse sind.

Versuch I.

Die Versuchszeit dauerte acht Tage. Die Lebensweise war während der ganzen Zeit eine vollkommen gleiche. Die tägliche Nahrung bestand in 600 Grmm. Rindfleisch, 300 Grmm. Brod, 100 Grmm. Butter, 100 Grmm. Zucker, 2 Grmm. Kochsalz und 3 Liter Wasser.

Der Fleischvorrath für die ganze Versuchszeit wurde in einer Hackmaschine fein zerhackt, gleichmässig durchmischt und in einer Blechbüchse mit doppeltem Verschluss, von einer Kältemischung umgeben und dadurch hart gefroren, im Eiskeller aufbewahrt. Auf diese Weise wurde das Fleisch nicht bloss gut conservirt, sondern auch eine ungleiche Vertheilung des Fleischsaftes in den höheren und tieferen Schichten des Vorrathes verhindert. Die an jedem Tage herausgeschnittenen Stücke des gefrorenen Hackfleisches mussten einen genau gleichen Gehalt an Salzen haben, wovon ich mich durch die Analyse mehrerer, verschiedenen Schichten entnommener Proben überzeugte. Das Fleisch enthielt 0.416 % KO, 0.081 % NaO, 0.071 % Cl und 0.458 % PO_5. Die Menge der präformirten SO_3 betrug 0.001 %; beim Einäschern mit Salpeter und Kalihydrat wurden 0.553 % SO_3 erhalten. — Die Zubereitung des Fleisches wurde von mir eigenhändig ausgeführt.

Die tägliche Brodration wurde während der ganzen Versuchszeit von demselben Brode abgeschnitten, welches gegen Eintrocknung durch Aufbewahren unter einer luftdicht verschlossenen Glasglocke geschützt war. Das Brod war wenig gesalzen und enthielt 0.224 % Cl, 0.122 % NaO, 0.341 % KO, 0.511 % PO_5 und 0.021 % präformirte SO_3; beim Einäschern mit Salpeter und Kalihydrat wurden 0.154 % SO_3 erhalten.

Die Butter war ungesalzen und enthielt blos 0.090 % Asche. Der Zucker war vollkommen aschenfrei.

Das Kochsalz war chemisch rein und vollkommen trocken. Die Dosis von 2 Grmm. war gewählt worden, weil bei einer grösseren Menge die Zunahme der Kochsalzausscheidung nach Aufnahme der Kalisalze weniger eklatant zu Tage getreten wäre, bei einer kleineren Menge aber, oder bei völligem Ausschluss des Kochsalzes aus der Nahrung die von Tag zu Tag fortschreitende Verminderung der Kochsalzausscheidung so bedeutend ist, dass sie die durch die Kaliaufnahme bewirkte Vermehrung hätte verdecken können.

Zum Trinkwasser wurde destillirtes Wasser gewählt, weil man nicht sicher sein konnte, während der ganzen Versuchszeit Brunnenwasser von gleichem Salzgehalte zu bekommen. Es wurde zum Theil rein, zum Theil als Thee getrunken. — Bei dieser Nahrung befand ich mich vollkommen wohl und empfand durchaus nicht das Bedürfniss nach anderen Speisen. —

Der Harn wurde für jeden Versuchstag getrennt gesammelt und nach vorhergegangener Bestimmung des Volumens in wohl verschlossenen Flaschen zur Analyse aufbewahrt. Ein Versuchstag wurde von Morgen um 9, wo ich die erste Mahlzeit einnahm, bis zu derselben Stunde des folgenden Tages gerechnet; er dauerte also von der ersten Mahlzeit des einen Tages incl. bis zur ersten Mahlzeit des folgenden Tages excl. Mit dem Schlage 9 wurde der letzte Harn entleert und darauf die erste Mahlzeit des folgenden Tages eingenommen. — Die Bestimmung des Körpergewichtes geschah zu Anfang eines jeden Versuchstages. — Alle quantitativen Bestimmungen im Harn wurden nach genauen gewichtsanalytischen Methoden ausgeführt und zwar jede Bestimmung wenigstens doppelt und zum Theil nach verschiedenen Methoden; von den gut übereinstimmenden Resultaten wurde das arithmetische Mittel genommen. Eine genauere Beschreibung der angewandten Methoden folgt unten S. 139. Am 5. Versuchstage wurden **18.24 Grmm. KO als phosphorsaures Salz** von der Zusammensetzung K_2HPO_8 eingenommen.

Dieses Salz, so wie das citronensaure Kali des folgenden Versuches waren aus kohlensaurem Kali dargestellt, welches zuvor auf seine Reinheit geprüft wurde. Es erwies sich als vollkommen frei

von Natron und enthielt Chlor nur in kaum nachweisbaren Spuren; Schwefelsäure und Phosphorsäure liessen sich nicht in demselben nachweisen. Die Phosphorsäure und die Citronensäure waren vollkommen rein.

Das phosphorsaure Kali wurde in verdünnter Lösung in 3 Dosen eingenommen: die erste Dosis (7.293 Grmm. KO) um 11 Uhr — also 2 Stunden nach Beginn des Versuchstages — die zweite (3.647 Grmm.) um 2 Uhr und die dritte (7.293 Grmm.) um 6 Uhr, also 15 Stunden vor dem Schluss des Versuchstages. Die zur Lösung verwandten Wassermengen wurden bei dem Tagesquantum von 3 Liter mit in Rechnung gebracht. Die Wirkung überblickt man auf der folgenden Tabelle.

(Siehe Tabelle I nächste Seite.)

Das Körpergewicht ist während des ganzen Versuchs fast unverändert. Die geringe Abnahme während des 5. Versuchstages, welche in der Gewichtsbestimmung am Morgen des folgenden Tages hervortritt, ist dem Umstande zuzuschreiben, dass das phosphorsaure Kali stark abführend wirkte. Dadurch war nicht blos der Darm vollkommen entleert, sondern der Organismus durch Verminderung der Resorption auch wasserärmer geworden. Aus dem letzteren Grunde ist auch das Harnvolumen am 5. und 6. Tage geringer als an den übrigen Tagen, falls nicht die höhere Temperatur dieser Tage allein schon zur Erklärung dieses Umstandes ausreicht.

Die Ausscheidung des KO, der PO_5 und der SO_3 am 2., 3. und 4. Versuchstage ist constant, die des NaO und Cl nimmt allmälig ab, wie es bei einem an kochsalzreichere Nahrung gewöhnten Organismus nicht anders zu erwarten war. Die plötzliche Steigerung der Natron- und Chlorausscheidung am 5. Tage kann somit nur der Aufnahme der Kalisalze zugeschrieben werden. Die Kalimehrausscheidung an diesem Tage beträgt 10.7 Grmm. Von den aufgenommenen 18.2 Grmm. KO haben somit 10.7 den Organismus durchkreist und demselben 5.1 Grmm. NaO und 3.4 Grmm. Cl entzogen. Beachtenswerth ist dabei der Umstand, dass während in der Nahrung und in dem Harne der vorhergehenden Tage das Chlor dem Natron nahezu äquivalent ist, am 5. Tage

Tabelle I.

Mit der täglichen Nahrung wurden aufgenommen:	KO	NaO	Natron-äquivalent des Cl	Cl	PO_5	SO_3[1]	$\overline{U}$
im Fleisch	2.496	0.486		0.425	2.748	3.318	
im Brod	1.023	0.366		0.672	1.533	0.462	
im Kochsalz		1.060		1.213			
im Ganzen	3.519	1.912	2.019	2.310	4.281	3.780	

Im Harne wurden ausgeschieden:

Versuchstag	Datum	Harnvolumen in C. C.	KO	NaO	Natron-äquivalent des Cl	Cl	PO_5	SO_3	$\overline{U}$	Durchschnittstemperatur des Versuchstages[2]	Körpergewicht in Grammen
1.	21. Juli	2932				3.802				14.6° C.	61420
2.	22. "	3021	2.501	2.695	2.234	2.555	3.085	2.639	0.988	17.4	60820
3.	23. "	2366	2.472	2.068	1.944	2.224	2.903	2.733	1.047	16.0	60930
4.	24. "	2294	2.580	1.846	1.687	1.930	3.046	3.135	1.547	19.7	60750
5.	25. "	1926	13.290	6.924	4.667	5.339	6.379	2.957	1.003	21.5	60920
6.	26. "	1087	4.517	0.889		0.764	4.667	3.227	0.914	21.1	60110
7.	27. "	2421	3.702	0.757		0.812	3.967	3.132	1.138	14 2	60770
8.	28. "	2567	3.654	1.014		1.194	3.729	3.049	1.104	11.7	60670

1) Der Schwefelgehalt der Nahrung als SO_3 berechnet.

2) Die Temperaturbeobachtungen sind auf dem meteorologischen Observatorium angestellt worden; die Lokale, in denen ich mich während der Versuchszeit aufhielt, hatten eine von der der freien Atmosphäre nur wenig abweichende Temperatur.

die Natronausscheidung weit mehr beträgt als das Aequivalent der Chlorausscheidung, es ist dem Organismus ausser dem Kochsalz noch Natron entzogen worden: 5.1 Grmm. NaO und 3.4 Grmm. Cl sind = 5.6 Grmm. Kochsalz und 2.1 Grmm. NaO.

Am 6. Tage ist die Natron- und Chlorausscheidung weit geringer als am letzten Tage vor der Kaliaufnahme, weil der Organismus an Kochsalz erschöpft ist und die in der Nahrung aufgenommenen Chlor- und Natronmengen zum Theil zurückhält. Am dritten Tage nach der Kaliaufnahme beginnt die Chlor- und Natronausscheidung wieder zu steigen.

Versuch II.

Die tägliche Nahrung bestand in 500 Grmm. Fleisch, 300 Grmm. Brod, 100 Grmm. Butter, 100 Grmm. Zucker, 2 Grmm. Kochsalz und 2½ Liter Wasser. Es wurden somit 100 Grmm. Fleisch und 500 C. C. Wasser weniger am Tage aufgenommen als in dem Versuche I. Das Brod war stärker gesalzen als im Versuche I; es enthielt 0,441% Cl; daraus erklärt sich die bedeutendere Kochsalzausscheidung in diesem Versuche. Im Uebrigen wurde der Versuch genau in derselben Weise angestellt, wie der vorige.

Am 5. Versuchstage wurde eine dem phosphorsauren Kali des vorigen Versuches äquivalente Menge citronensauren Kali's (18.24 Grmm. KO) von der Zusammensetzung 2 KO $\bar{Ci}$ eingenommen, und zwar in derselben Weise wie im vorigen Versuche: um 11 Uhr 7.293 KO, um 2 Uhr 3.647, um 6 Uhr 7.293 KO. Eine halbe Stunde nach Aufnahme der ersten Dosis reagirte der Harn bereits alkalisch; am folgenden Tage um 3 Uhr Nachmittags wurde der erste wieder sauer reagirende Harn entleert. Der Harn des 5. Versuchstages brauste auf Zusatz von Säuren; jedoch liess sich auch unzersetzte Citronensäure mit Sicherheit in demselben nachweisen. Eine quantitative Bestimmung der durch Verbrennung der Citronensäure gebildeten CO_2 liess sich nicht ausführen, da in dem alkalischen Harne der Harnstoff sich sehr bald in kohlensaures Ammon umzusetzen begann. Im Uebrigen war die Wirkung folgende.

Tabelle II.

Versuchstag	Datum	Harnvolumen in C. C.	Durchschnittstemperatur des Versuchstages	KO	NaO	Natronäquivalent des Cl	Cl	PO_5	SO_3
2.	11. Juni	1958	18.4° C.	2.141	3.678	3.426	3.919	2.827	2.893
3.	12. „	1910	15.4	2.003	3.155	3.163	3.618	2.468	2.642
4.	13. „	2098	7.9	2.013	2.784	2.834	3.242	2.850	2.656
5.	14. „	2598	9.9	14.178	7.317	6.033	6.901	1.177	3.014
6.	15. „	1786	11.4	4.677	0.486	0.861	0.985	2.372	2.798

Das citronensaure Kali wirkte nicht abführend wie das phosphorsaure Kali; daher ist auch das Harnvolumen am Tage der Kaliaufnahme (5. Tag) in diesem Versuche nicht wie im vorigen vermindert, sondern vermehrt. Diese Vermehrung ist zum Theil der niedrigen Temperatur des Tages zuzuschreiben, zum Theil wohl auch einer schwach diuretischen Wirkung des citronensauren Kali's.

Von den aufgenommenen 18.24 Grmm. KO erscheinen am ersten Tage 12 im Harne; die Chlorausscheidung ist dadurch um 3.7, die Natronausscheidung um 4.5 Grmm. vermehrt. Dem Blute sind somit 6.1 Grmm. Kochsalz und 1.3 Grmm. NaO entzogen. Die Wirkung ist dieselbe wie im vorigen Versuche, wo der Kochsalzverlust nahezu ebenso gross, der Natronverlust noch etwas grösser war. Dass dieser Verlust ein sehr bedeutender ist, sieht man leicht, wenn man die Grösse des Kochsalzgehaltes im Gesammtblute berechnet. Die Blutmenge beträgt beim Menschen nach Bischoff und Welcker $^1/_{13}$ des Körpergewichtes und der Kochsalzgehalt im Blute eines gesunden jungen Mannes nach C. Schmidt[1]) 2.7 pro Mille. Darnach berechnet sich für mein Körpergewicht von 61 Kgr. die Kochsalzmenge im Blute auf 12.67 Grmm. Es ist somit die Hälfte des Kochsalzes, welche dem Blute beim Durchtritt von 12 Grmm. Kali entzogen worden ist. Dass die übrigen Organe zur Deckung dieses Verlustes allmälig beisteuern, ist selbstverständlich; zunächst aber muss

1) Charakteristik der epidemischen Cholera, 1850. p. 30.

derselbe vom Blute getragen werden, und für dieses ist er ein sehr beträchtlicher. — Am Tage nach der Kaliaufnahme ist auch in diesem Versuche die Natron- und Chlorausscheidung sehr vermindert.

Für das Zustandekommen der vermehrten Kochsalz- und Natronausscheidung ist eine zweifache Erklärung möglich. Entweder wir bleiben bei der Annahme, von der wir bei diesen Versuchen ausgingen, dass die Kalisalze sich mit den Natronsalzen des Blutes umsetzen, und die dadurch gebildeten Kali- und Natronsalze, als nicht zur normalen Zusammensetzung des Blutes gehörig, ausgeschieden werden; oder wir müssen annehmen, dass die Kalisalze bei ihrem raschen Durchtritte durch das Blut die Natronsalze desselben mechanisch verdrängen und mit sich fortreissen. Bei dieser Erklärungsweise müssen wir annehmen, dass das ausser dem Kochsalz ausgeschiedene Natron kohlensaures Natron sei, ein Salz, dessen Vorkommen im Blute noch zweifelhaft ist. Die Annahme, dass das Natron als Natronalbuminat zur Ausscheidung gelangt sei, ist unzulässig, weil sich in dem Harne aller Versuchstage auch mit den empfindlichsten Reagentien keine Spur von Eiweiss nachweisen liess. Als phosphorsaures oder schwefelsaures Salz kann das Natron ebenso wenig ausgeschieden sein, weil die Schwefelsäureausscheidung am 5. Versuchstage nicht vermehrt, die Phosphorsäureausscheidung sogar auffallend vermindert ist. Wäre die Annahme richtig, dass die Kalisalze das Kochsalz des Blutplasma mechanisch mit sich fortreissen, so müssten wir erwarten, dass auch andere Salze, z. B. alle Natronsalze, die Kochsalzausscheidung vermehren. Es wurde daher der folgende Versuch mit citronensaurem Natron angestellt; es sollte entschieden werden, ob durch die Aufnahme desselben die Chlorausscheidung steigt.

Versuch III.

Dieser Versuch schliesst sich, wie die fortlaufenden Data der nachstehenden Tabelle lehren, unmittelbar an den Versuch III an, mit welchem er eine einheitliche Versuchsreihe bildet, während welcher von demselben Nahrungsvorrathe gezehrt wurde und überhaupt die ganze Lebensweise eine durchaus gleiche war.

Am 9. Versuchstage wurde eine dem citronensauren Kali im vorigen Versuche äquivalente Menge **citronensauren Natrons** (2 NaO, $\overline{Ci}$, mit 12 Grmm. NaO) in derselben Weise, zu denselben Stunden und in derselben Vertheilung aufgenommen wie in den Versuchen I und II die Kalisalze. Die Wirkung war folgende.

Tabelle III.

Versuchstag	Datum	Harnvolumen in C.C.	KO	NaO	Cl	PO_5	SO_3	$\overline{U}$	Durchschnittstemperat.	Körpergewicht in Grammen
8.	28. Juli	2567	3.654	1.014	1.194	3.729	3.049	1.104	11.7	60670
9.	29. „	2461	4.527	9.993	1.011	3.527	3.084	1.230	15.7	60730
10.	30. „	2442	1.477	3.614	1.425	3.270	2.915	1.006	17.7	60970

Die Chlorausscheidung ist durch die Aufnahme des citronensauren Natrons eher vermindert als vermehrt. Dagegen ist die Kaliausscheidung am Tage der Natronaufnahme vermehrt, am folgenden Tage vermindert; sie verhält sich somit ähnlich, wie die Natronausscheidung nach der Kaliaufnahme.

Uebrigens ist dieser Versuch kein ganz reiner, da er noch unter dem Einflusse der Kalisalzaufnahme am 5. Versuchstage steht, und ich muss bekennen, dass es zweckmässiger gewesen wäre, die beiden Versuche nicht so unmittelbar auf einander folgen zu lassen. Die Vermehrung der Kaliausscheidung durch Natronaufnahme ist indessen schon früher von Böcker[1]) durch Selbstversuche und von Reinson[2]) durch Versuche an Hunden nachgewiesen worden.

Von den zwei Annahmen, die wir zur Erklärung der vermehrten Natron- und Chlorausscheidung nach der Kaliaufnahme gemacht haben, wird also die letztere, dass wir es mit einem mechanischen

1) Ueber die physiologische Erstwirkung der Phosphorsäure und des phosphorsauren Natrons. Prager Vierteljahresschrift 1854. Bd. IV. p. 117.

2) Ed. Reinson, Unt. üb. d. Ausscheidung des Kali und Natrons durch den Harn. Diss. Dorpat. 1864.

Prozesse, mit einer vermehrten Diffusion und Filtration zu thun haben, durch den vorliegenden Versuch nicht unterstützt: die Thatsache, dass das citronensaure Natron die Chlorausscheidung nicht vermehrt, spricht dagegen; die Thatsache, dass die Natronsalze die Kaliausscheidung vermehren, die Kalisalze die Natronausscheidung, findet in der anderen Annahme, der Annahme einer chemischen Umsetzung, eine weit befriedigendere Erklärung.

Nehmen wir an, dass in dem Versuche II das bei der Verbrennung des citronsauren Kali's gebildete kohlensaure Kali sich mit dem Kochsalze des Blutes umgesetzt hat, so müssen das gebildete Chlorkalium und kohlensaure Natron als überschüssig aus dem Blute entfernt worden sein, und die vermehrte Chlor- und Natronausscheidung ist somit erklärt. Zum Theil mag dieser Prozess schon im Verdauungskanale etwa in folgender Weise zu Stande kommen.

Für jedes Quantum Salzsäure, welches aus dem Kochsalze des Blutes im Magensafte frei wird, muss — zur Erhaltung der normalen Alkalescenz im Blute — eine äquivalente Menge kohlensauren[1]) und gallensauren Natrons oder Natronalbuminates in den Darm gelangen. Werden keine Salze in den Magen aufgenommen, so vereinigt sich die Salzsäure im Darme wieder mit dem Natron und das gebildete Kochsalz gelangt von Neuem in das Blut. Wird dagegen citronensaures Kali in den Magen aufgenommen, so verdrängt die Salzsäure einen Theil der Citronensäure; es bildet sich Chlorkalium, und das so gebundene Chlor kann nun nicht mehr im Darme mit dem Natrium des kohlensauren Natrons etc. sich vereinigen; es werden Chlorkalium und kohlensaures (oder citronensaures) Natron in's Blut resorbirt und als überschüssig ausgeschieden. Das Resultat ist somit dasselbe wie bei einer Umsetzung des citronensauren und des durch Verbrennung aus diesem gebildeten kohlensauren Kali's mit dem Kochsalze im Blute.

---

1) Thiry (Wiener Sitzungsber. 1864. Bd. 50. Abth. II. p. 88) fand in dem frischen, reinen Darmsafte, den er aus der Fistel des von ihm isolirten Darmstückes gewonnen hatte, so viel kohlensaures Alkali, dass derselbe auf Zusatz von Säuren brauste.

Die Thatsache, dass im Versuche II die Natronmehrausscheidung grösser ist als das Aequivalent der Chlormehrausscheidung ist gleichfalls mit der Annahme einer chemischen Umsetzung vereinbar: denn es ist möglich, dass das gebildete kohlensaure Natron rascher zur Ausscheidung gelangt als das Chlorkalium. In der That sehen wir am folgenden Tage die Ausscheidung des Chlorkalium's noch fortdauern; die Chlorausscheidung an diesem Tage beträgt mehr als das Aequivalent der Natronausscheidung; es muss somit ein Theil des Chlors an Kalium gebunden sein. Ferner kann das Ueberwiegen der Natronausscheidung eine Erklärung auch in der Annahme finden, dass das kohlensaure Kali sich mit dem Natronalbuminate des Blutes umgesetzt hat, dass Kalialbuminat gebildet und kohlensaures Natron ausgeschieden sei.

Dass die chemische Umsetzung, wie die Versuche ausserhalb des Organismus lehrten, immer nur eine theilweise ist, steht gleichfalls mit den Thatsachen des Versuches II in Einklang: die Natronmehrausscheidung beträgt weniger als das Aequivalent der Kalimehrausscheidung.

Schwieriger ist es, die Thatsachen des Versuches I aus der Annahme chemischer Umsetzungen zu erklären. Mit den 18.24 Grmm. KO sind 13.7 Grmm. PO_5 aufgenommen worden; davon erscheinen am ersten Tage blos 3.3, an den drei folgenden Tagen zusammen nur noch 3.2, im Ganzen blos 6.5, also weniger als die Hälfte im Harne wieder; es muss somit der grössere Theil der PO_5 durch den Darm ausgeschieden sein. Von den 18.24 Grmm. KO erscheinen am ersten Tage 10.7, an den 3 folgenden Tagen zusammen 4.3, im Ganzen 15 Grmm., also weit mehr als die Hälfte im Harne. Die Thatsache, dass am Tage der Kaliaufnahme die Natronmehrausscheidung 5.1, die der Phosphorsäuremehrausscheidung aber blos 3.1 beträgt, scheint mit der Annahme unvereinbar, dass die Natronmehrausscheidung durch eine Umsetzung des K_2HPO_8 mit dem NaCl bewirkt sei, denn dann müsste das Natron als Na_2HPO_8 zur Ausscheidung gelangt sein, es müsste auf 1 Aequivalent NaO $1/2$ Aeq. PO_5 kommen, die Natronmehrausscheidung müsste sich zur Phosphorsäuremehrausscheidung verhalten wie 31 : 35.5, erstere müsste geringer sein als letztere. Thatsächlich ist aber das Umge-

kehrte der Fall. — Der Vorgang muss somit ein weit verwickelterer sein, und es ist dabei zu berücksichtigen, dass nicht blos im Blute, sondern bereits im Magen und Darme chemische Umsetzungen stattfinden.

Auffallen muss ferner bei dem Versuche I die Thatsache, dass die Vermehrung der Kali- und Phosphorsäureausscheidung noch 3 Tage nach der Aufnahme des phosphorsauren Kali's fortdauert. Denn die Resorption desselben musste bereits am Anfange des 6. Versuchstages aufgehört haben, weil dieses Salz eine stark abführende, bis zum Anfange des folgenden Tages fortdauernde Wirkung hatte, durch welche sehr bald Alles, was nicht resorbirt wurde, aus dem Darme entfernt sein musste. Im Blutplasma können die 4.3 Grmm. KO, welche die Kalimehrausscheidung des 6., 7. und 8. Tages bilden, ebensowenig verweilt haben, da die Kalisalze im Blutplasma als intensives Gift wirken. 0.1 Grmm. KCl, in die Jugularis eines $5^1/_2$ Kgr. schweren Hundes injicirt, bewirkt fast augenblicklich Stillstand des Herzens [1]). Ich bin daher geneigt anzunehmen, dass das phosphorsaure Kali nach der Resorption in's Blut zum Theil an die Blutkörperchen gebunden und darauf allmälig im Laufe der 3 folgenden Tage (in den Capillaren der Niere?) abgegeben worden ist. Diese Annahme gewinnt dadurch noch an Wahrscheinlichkeit, dass am 6., 7. und 8. Tage die Kalimehrausscheidung zur Phosphorsäuremehrausscheidung in demselben Verhältnisse steht, in welchem diese beiden Bestandtheile das K_2HPO_8 zusammensetzen, diejenige Verbindung, welche das überwiegende Kalisalz der Blutkörperchen bildet, während am 5. Tage, unmittelbar nach der Resorption, die Phosphorsäure und das Kali in ganz anderem Verhältnisse zur Ausscheidung gelangen.

$^1/_2$ Aeq. PO_5 verhält sich zu 1 Aeq. KO = 35.5 : 47.11.

Die Phosphorsäuremehrausscheidung zur Kalimehrausscheidung verhält sich:

am 6. Tage	= 1.6 : 2	=	35.5 : 44.4
„ 7. „	= 0.9 : 1.2	=	35.5 : 47.3
„ 8. „	= 0.7 : 1.1	=	35.5 : 55.8

1) G. Bunge. Ueb. d. physiol. Wirk. der Fleischbrühe und der Kalisalze. Pflüger, Arch. f. Physiol. 1871. Bd. IV. p. 270.

Die aufgestellte Hypothese gewinnt ferner noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass in dem Versuche II nach Aufnahme des citronensauren Kali's die Phosphorsäureausscheidung auffallend vermindert ist. Ich glaubte diese Thatsache Anfangs daraus erklären zu müssen, dass in dem alkalischen Harne die, nur in saurem Harne löslichen, phosphorsauren alkalischen Erden nicht hätten zur Ausscheidung gelangen können; aber der Versuch III zeigt, dass nach Aufnahme des citronensauren Natrons, welches den Harn gleichfalls alkalisch machte, die Phosphorsäureausscheidung nicht vermindert ist. Ausserdem habe ich in zwei — hier nicht mitgetheilten — Versuchen nach Aufnahme des neutralen Chlorkaliums die Phosphorsäureausscheidung gleichfalls bedeutend vermindert gefunden. Diese Thatsachen scheinen mir darauf hinzudeuten, dass die Blutkörperchen das Kali als phosphorsaures Kali binden.

Demnach würden die Blutkörperchen neben ihren anderen wichtigen Lebensfunktionen noch die Aufgabe übernehmen, ein in allen unseren Nahrungsmitteln enthaltenes Gift für den Organismus unschädlich zu machen. Sobald die aus der Nahrung resorbirte Kalimenge so gross ist, oder die Resorption so rasch vor sich geht, dass die Ausscheidung durch die Nieren mit ihr nicht gleichen Schritt halten kann, wird ein Theil der Kalisalze von den Blutkörperchen gebunden, um später allmälig in den Nierencapillaren wieder frei zu werden und zur Ausscheidung zu gelangen. Diese Hypothese muss ich indessen selbst als eine sehr gewagte bezeichnen. Thatsache ist nur so viel, dass 1) im normalen Blute die Kalisalze fast nur in den Blutkörperchen[1]) enthalten sind und zwar vorherrschend als phosphorsaures Kali, dass 2) die Kalisalze, wenn sie in's Plasma gelangen, als intensives Gift wirken, dass 3) in dem Versuche I die vermehrte Ausscheidung des phosphorsauren Kali's noch 3 Tage nach beendigter Resorption desselben fortdauerte, und

1) Die geringe Kalimenge, welche man im Plasma gefunden hat, ist möglicher Weise erst nach dem Austritte des Blutes aus dem Organismus durch Diffusion aus den Körperchen in's Plasma gelangt.

dass 4) durch die Aufnahme von citronensaurem Kali und Chlorkalium die Phosphorsäureausscheidung im Harne vermindert wird.

Versuch IV.

Dieser Versuch wurde mit schwefelsaurem Kali angestellt. Eine den Kalisalzen der früheren Versuche aequivalente Menge dieses Salzes einzunehmen, durfte ich jedoch nicht wagen, weil die schwefelsauren Alkalien die Schleimhäute des Verdauungscanales besonders heftig afficiren und in den Handbüchern der Toxikologie die Angabe sich findet, dass in einigen Fällen die Aufnahme von 10 Drachmen (= 40 Grmm., also ungefähr das Aequivalent der im Versuche I und II aufgenommenen Dosen) schwefelsauren Kali's den Tod bewirkt hat.[1]) Es wurden daher blos 16 Grmm. KSO_4 (8.65 KO) eingenommen und zwar allmälig zu je 2 Grmm. um 10, 11, 12, 1, 3, 4, 5 und 6 Uhr. — Nichtsdestoweniger war die Wirkung eine stark abführende.

Die Nahrung und Lebensweise in diesem Versuche war dieselbe wie im Versuche II. Da die Versuche I und II gezeigt hatten, dass die Natron- und Chlorausscheidung sich vom 2. zum 3. Versuchstage nur wenig ändert, so schien mir eine Versuchszeit von 3 Tagen zur Entscheidung der Frage zu genügen, ob auch das schwefelsaure Kali die Chlor- und Natronausscheidung vermehre oder nicht. Es wurde daher, nachdem zwei Tage lang die constante Diät eingehalten worden, am dritten Tage bei derselben Diät das schwefel-

1) Husemann, Handb. d. Toxikologie. Berlin 1862. p. 960. Wenn diese Angaben richtig sind, so kann es sich dabei nur um eine Gastroenteritis toxica handeln, wie ich in meiner früheren Arbeit (Pflüger, Arch. f. Physiol. 1871. Bd. IV. p. 275—277) bereits auseinandergesetzt habe. Auch bei den vorliegenden Versuchen habe ich keine andere toxische Wirkung verspüren können, als eine Affection der Magen- und Darmschleimhaut, welche sich in einem vorübergehenden Gefühle von Uebelkeit und bei den Versuchen I und IV in Durchfällen äusserte. Grössere Dosen, als die in Vers. I u. II eingenommenen (7.3 Grmm. KO) wären ohne Zweifel erbrochen worden. Meine in der früheren Arbeit ausgesprochene Ansicht, dass ein Einfluss der Kalisalze auf die Herzthätigkeit des Menschen bei der Resorption vom Magen aus nicht möglich sei, muss ich somit auch nach diesen Versuchen aufrecht erhalten. Denn diejenigen Dosen, welche gerade noch ertragen werden, ohne Erbrechen zu bewirken, sind thatsächlich ganz ohne Einfluss auf die Herzthätigkeit.

saure Kali in der oben angegebenen Weise in sehr verdünnter Lösung eingenommen.

Um auch in diesem Versuche ein annäherndes Maass für den Stoffwechsel zu haben, — als welches man in den früheren Versuchen die Schwefelsäure ansehen konnte — wurde die Harnstoffausscheidung bestimmt. Die Bestimmung geschah durch Titriren nach vorhergegangener Ausfällung der Phosphorsäure und des Chlors.

Das Resultat des Versuches überblickt man auf folgender Tabelle.

Tabelle IV.

Versuchstag	Datum	Harnvolumen in C. C.	*KO*	*NaO*	*Cl*	PO_5	SO_3	$\overset{\perp}{U}$
2.	13. Oct.	2555	2.2995	3.1836	3.1671	2.9482	2.3993	41.6
3.	14. „	2552	7.8642	3.5140	5.4035	2.8773	4.1898	40.8

Die Chlorausscheidung ist durch die Aufnahme des Kalisalzes um 2.2 Grmm., entsprechend 3.6 Grmm. Kochsalz, vermehrt worden. Man sieht somit, dass dem Organismus auch durch allmälige Aufnahme geringer Mengen Kalisalzes sehr bedeutende Mengen Kochsalzes entzogen werden. Die Natronausscheidung im Harne des dritten Tages beträgt blos 0.33 Grmm. mehr als am zweiten Tage; die durch die Kaliaufnahme bewirkte Mehrausscheidung im Harne muss jedoch etwas grösser angenommen werden, da ohne diese Ursache die Natronausscheidung am dritten Tage etwas geringer ausgefallen wäre als am zweiten. Die dem Organismus entzogene Natronmenge aber muss weit mehr betragen als 0.33 Grmm.; sie muss der Chlormehrausscheidung von 2.2 Grmm. wenigstens aequivalent sein. Dass die Natronmehrausscheidung im Harne so gering ausgefallen ist, muss dem Umstande zugeschrieben werden, dass das Natron in Folge der abführenden Wirkung des schwefelsauren Kali's als schwefelsaures und kohlensaures Natron durch den Darm entleert worden ist. Dafür spricht auch die geringe Vermehrung der Schwefelsäure im Harne, sie beträgt bloss 1.8 Grmm., obgleich 7.35 Grmm. aufgenommen sind.

Aus einer vermehrten Diffusion und Filtration in den Nierencapillaren, aus einer mechanischen Verdrängung und Fortreissung des Kochsalzes durch das Kalisalz lässt sich die vermehrte Chlor- und Natronausscheidung in diesem Versuche jedenfalls nicht erklären, weil in dem Falle im Harne die Natronmehrausscheidung der Chlormehrausscheidung wenigstens hätte aequivalent sein müssen. Wir müssen daher eine chemische Umsetzung des KSO_4 mit dem NaCl annehmen. Ob diese Umsetzung vorherrschend im Verdauungscanale oder vorherrschend im Blute vor sich gegangen ist, lässt sich nach diesem Versuche nicht mit Sicherheit entscheiden. Die geringe Vermehrung der Natronausscheidung im Harne scheint für die erstere Annahme zu sprechen.

Mit Versuchen über das Verhalten des Chlorkaliums im Organismus bin ich gegenwärtig beschäftigt. Da die Resultate derselben zur Veröffentlichung noch nicht reif sind, so theile ich vorläufig blos mit, dass das Chlorkalium dem Organismus gleichfalls Natron entzieht, wahrscheinlich durch Umsetzung mit dem phosphorsauren und kohlensauren Natron oder dem Natronalbuminat. Die entzogene Natronmenge aber ist bedeutend geringer als nach der Aufnahme aequivalenter Mengen der anderen zur Untersuchung gelangten Kalisalze. Dass durch die Aufnahme des Chlorkaliums die Phosphorsäureausscheidung vermindert wird, wurde oben bereits angeführt.

Als bewiesen durch die vorliegenden Versuche will ich nur soviel angesehen wissen, dass durch die Aufnahme von Kalisalzen dem Organismus bedeutende Mengen Chlor und Natron entzogen werden. Dass diese Entziehung durch chemische Umsetzung der Kali- und Natronverbindungen zu Stande kommt, kann kaum bezweifelt werden. Ueber das Wo und Wie des Zustandekommens dieser Umsetzungen haben dagegen die Versuche noch keineswegs sichere und befriedigende Aufschlüsse ertheilt. Zur Erlangung derselben müssen die Versuche wiederholt und längere Zeit hindurch fortgesetzt, vor Allem aber auch die

Darmausscheidungen der Analyse unterworfen werden. Ferner muss durch weitere Versuche entschieden werden, ob auch einem solchen Organismus, welcher längere Zeit hindurch mit Speisen ohne Kochsalzzusatz ernährt worden ist, durch die Aufnahme von Kalisalzen Chlor und Natron entzogen wird, und ob bei wiederholter Kalisalzaufnahme der Organismus fortfährt, Chlor und Natron abzugeben, oder ob schliesslich eine Grenze eintritt, wo derselbe das noch übrige Kochsalz mit Zähigkeit zurückhält. — Die Ausführung dieser mühevollen Versuche muss einer gelegeneren Zeit vorbehalten bleiben. —

Die Bedeutung des Kochsalzes.

Kehren wir nun zu den im Eingange der Arbeit angestellten Betrachtungen über die Bedeutung des Kochsalzes als Nahrungsmittel zurück. Zur Erklärung der Thatsache, dass das Bedürfniss, Kochsalz zur Nahrung hinzuzufügen, bloss bei Pflanzenfressern vorhanden ist, nicht aber bei Fleischfressern, wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Kalisalze, von denen der Pflanzenfresser in seiner Nahrung wenigstens doppelt soviel aufnimmt als der Fleischfresser, dem Organismus fortwährend Kochsalz entziehen. Diese Hypothese wird durch die mitgetheilten Versuche vollkommen bestätigt. Die in den Versuchen I und II aufgenommene Kalimenge, durch welche dem Organismus so bedeutende Mengen Kochsalz entzogen wurden, ist nicht grösser als diejenige, welche der Pflanzenfresser in seiner täglichen Nahrung aufnimmt.

In dem Versuche I wurden in der Nahrung und im Kalisalze zusammen aufgenommen: 21.76 Grmm. KO, 1.91 NaO und 2.31 Cl. Das Körpergewicht betrug 61 Kgr.; auf 1 Kgr. kamen somit:

0.3567 KO 0.0313 NaO 0.03787 Cl

Auf 1 Kgr. Pflanzenfresser kommen nach der oben (p. 108) angestellten Berechnung bei Ernährung mit Klee täglich:

0.3575 KO 0.0226 NaO 0.0433 Cl.

Die aufgenommene Kali- und Chlormenge ist somit für beide Organismen dieselbe, die Natronmenge für den Organismus des

Pflanzenfressers sogar noch geringer. Meinem Organismus wurden durch die Aufnahme der 21.76 Grmm. KO 5.1 Grmm. NaO und 3.4 Grmm. Cl entzogen. Es erscheint daher fraglich, ob der Ochse, welcher in seinem täglichen Kleefutter 179.63 Grmm. KO aufnahm, dieses zur Erhaltung seines Körpergewichtes erforderliche Futter längere Zeit hindurch hätte verzehren können, wenn ihm nicht, wie Henneberg und Stohmann angeben (l. c. p. 33), 0.1 Pfd. = 50 Grmm. Kochsalz zu seiner täglichen Nahrung hinzugefügt worden wären [1]). Allerdings muss hierbei bemerkt werden, dass die Resorption der Salze aus der Nahrung des Pflanzenfressers weniger rasch und vollständig vor sich geht. Aber der Versuch IV lehrt, dass auch die geringe Menge von 8.65 Grmm. KO bei allmäliger Resorption dem Organismus dennoch 2.2 Grmm. Cl = 3.6 Grmm. Kochsalz entzieht.

Was nun die verschiedenartigen Nahrungsmittel des Menschen betrifft, so lehrt eine vergleichende Analyse ihrer Aschenbestandtheile, dass in denselben gleichfalls der Kaligehalt den des Natrons und Chlors meist bedeutend überwiegt. In der folgenden Zusammenstellung lässt sich der Kali-, Natron- und Chlorgehalt der wichtigsten Nahrungsmittel des Menschen und der Thiere überblicken. Es werden dabei äquivalente Mengen der genannten Aschenbestandtheile verglichen. Die Nahrungsmittel sind nach aufsteigendem Kaligehalte geordnet. Die Zahlenangaben sind, wo nicht ein anderer Autor angeführt ist, nach den in Wolff's „Aschenanalysen" zusammengestellten Durchschnittswerthen berechnet.

Auf 1 Aequivalent Natron kommen Aequivalente

	Kali	Chlor	Zahl der Analysen
Ochsenblut	0.11	0.63	5
Hühnereiweiss	0.65	0.80	3
Hühnereidotter	1.04	0.28	3

1) „Nach den Angaben von Boussingault konnten Stiere bei gleichzeitigem Salzzusatz mehr Heu verzehren und mehr Fleisch produciren, als ohne diesen Zusatz; das Gleiche geben Daurier und Dailly von Hämmeln an." (C. Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel. München 1860. p. 48).

	Kali	Chlor	Zahl der Analysen
Gesammtorganismus der Maus	1.27	0.77	2 (Bunge)
Kuhmilch	1.67	1.29	4
Saure Gräser (Riedgräser) .	2.36	0.70	17
Kuhmilch	2.41	1.89	2 (Dumpff)[1]
Buchweizen	2.48	0.19	3
Rindfleisch	3.38	0.77	2 (Bunge)
Wiesenheu	3.79	1.42	39
Weisskraut	4.81	1.21	4
Hafer	4.81	0.23	23
Gerste	5.24	0.32	50
Süssgräser	5.32	1.25	65
Weizen	9.63	0.15	112
Klee	10.42	1.67	98
Roggen	12.18	0.31	20
Kartoffel	15.16	1.04	53
Ackerbohne	20.87	1.02	15
Erbsen	28.64	1.40	29

Man überblickt leicht, dass nur in der Nahrung des Carnivoren die Kalimenge der Natronmenge annähernd äquivalent ist, in der Nahrung des Herbivoren und Omnivoren dagegen erstere die letztere bedeutend überwiegt. Das von ganzen Organismen sich nährende Raubthier empfängt in seiner Nahrung auf 1 Aequivalent Natron nur wenig mehr als 1 Aequivalent Kali und nahezu 1 Aequivalent Chlor. Dem Organismus kann durch diese Nahrung kein Kochsalz entzogen werden; denn da die Umsetzung der Kali- mit den Natronsalzen nie eine vollständige ist, so ist weniger als 1 Aequivalent Natron und Chlor erforderlich, um den durch die Umsetzung eines Aequivalentes Kalisalz mit den Natronsalzen des Organismus bewirkten Verlust zu decken.

Dass indessen der Kaliüberschuss in der Nahrung auch grösser sein kann, ohne dem Organismus Kochsalz zu entziehen, lehrt die

1) Diese zwei Aschenanalysen sind von dem Cand. chem. L. Dumpff in dem Laboratorium des Herrn Prof. C. Schmidt ausgeführt worden.

Aschenanalyse der Milch [1]), derjenigen Nahrung, welche jedenfalls ohne Kochsalzzusatz von allen Säugethieren während einer längeren Periode ihrer Entwickelung ausschliesslich genossen wird. Die Kuhmilch enthält auf 1 Aequivalent NaO $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Aequivalente KO. Dass durch diese Kalimenge dem Organismus des Kalbes kein Kochsalz entzogen wird, erklärt sich daraus, dass erstens die Umsetzung der Kali- und Natronsalze immer nur eine theilweise, und dass zweitens die Milch sehr reich an Chlor ist, wobei ich daran erinnere, dass nach meinen vorläufigen Versuchen das Chlorkalium dem Organismus weniger Natron entzieht, als andere Kalisalze.

Wie man sich durch einen Blick auf die obige Tabelle leicht überzeugt, kann die gemischte Nahrung des Menschen so zusammengesetzt werden, dass das Verhältniss von Kali und Natron in der Gesammtnahrung dasselbe ist, wie in der Milch. Ich möchte daher annehmen, dass wir bei richtiger Auswahl der Nahrungsmittel eines Zusatzes von Kochsalz nicht bedürfen. Bei vorwiegender Ernährung mit den am Ende der Tabelle angeführten Vegetabilien aber glaube ich würde ohne Kochsalzzusatz die normale Chlor- und Natronmenge im Organismus sich nicht erhalten lassen. Am 5. Versuchstage des Versuches I verhielt sich das aufgenommene Kali zum Natron = 21.76 : 1.91 = 7.5 Aeq. . 1 Aeq. Dem Blute wurde dabei die Hälfte seines Kochsalzes entzogen. Im Weizen, im Roggen, in der Kartoffel und den Samen der Leguminosen ist, wie die Tabelle zeigt, das Verhältniss des Kali's zum Natron noch weit grösser [2]), nämlich = 12 bis 28.6 Aeq. : 1 Aeq. Die abso-

---

1) Leider besitzen wir nur von der Kuhmilch zuverlässige Aschenanalysen. Von der Asche der Menschenmilch liegen blos zwei Analysen vor (Wildenstein, Pfaff und Schwarz), welche ganz widersprechende Resultate ergeben haben. Die Milchasche eines Fleischfressers ist meines Wissens noch nie analysirt worden. — Von der Milchasche des Schafes, des Schweines und des Kameeles besitzen wir je eine Analyse, deren Richtigkeit erst durch weitere Analysen bestätigt werden muss.

2) Diese Nahrungsmittel sind zugleich die stärkemehlreichsten, und Liebig hat bereits darauf aufmerksam gemacht, „dass der Instinkt der stärkemehlreichen Nahrung Kochsalz in weit grösserer Menge zusetzt, als anderen Speisen", er sucht diese Thatsache jedoch nicht aus dem Kalireichthum solcher Nahrungsmittel zu erklären, sondern aus dem chemischen Verhalten des aus dem Stärkemehl gebildeten Traubenzuckers zum Kochsalze.

lute Kalimenge, welche ein Proletarier in seiner täglichen Kartoffelnahrung zu sich nimmt, beträgt, wie ich in einer früheren Arbeit [1]) bereits berechnet habe, 20 bis 40 Grmm., ist somit wenigstens ebenso gross als in dem angeführten Versuche. Das Verhältniss aber von Kali und Natron in der Kartoffel ist nach obiger Tabelle im Durchschnitt = 15 Aeq. : 1 Aeq., somit doppelt so gross als in meinem Versuche. Ferner ist das Kali in der Kartoffel an dieselben Säuren gebunden, wie in den Kalisalzen der Versuche I und II. Die in der Kartoffel enthaltenen Kalisalze sind — neben geringen Mengen Chlorkalium — das phosphorsaure und das citronensaure [2]) oder äpfelsaure [3]) Kali, welches letztere sich im Organismus ebenso verhält wie das citronensaure. Ohne Kochsalzzusatz zur Nahrung würde somit der Organismus eines von Kartoffeln sich nährenden Proletariers sich an jedem Tage so verhalten, wie der meinige am 5. Versuchstage des Versuches I und II. In der That erscheint uns die Kartoffel ohne Salz ungeniessbar und wird überall nur mit stark gesalzenen Zuthaten genossen.

Es verdient beachtet zu werden, dass gerade diejenigen Nahrungsmittel, welche die letzten Glieder der obigen Tabelle bilden, die vorherrschende Nahrung der Arbeiterbevölkerung Europa's ausmachen. Dass bei dieser Nahrung ein Kochsalzzusatz nicht entbehrt werden kann, ist kaum zu bezweifeln, und da das Proletariat nicht im Stande ist, sich andere Nahrungsmittel zu verschaffen, so ist für dieses das Kochsalz ein unentbehrliches Lebensmittel.

Für das Proletariat kann ich daher die Annahme Klein's und Verson's [4]) jedenfalls nicht gelten lasssen, dass „das Kochsalz als Zusatz zu den Speisen ein Genussmittel sei, welches die Menschen nur insofern nicht entbehren können, als starke Raucher den Tabak und viele andere Menschen gewohnte Genüsse nicht entbehren können oder wollen." Nach Ansicht dieser Forscher wäre die Salz-

---

1) l. c. p. 275.

2) Liebig, Chem. Briefe 1865. p. 300.

3) Fr. Ilisch, Bestimmung der in den Knollen der Kartoffeln enthaltenen Säuren. Ann. d. Chem. u. Pharm. 1844. Bd. 51. p. 246.

4) Ueber die Bedeutung des Kochsalzes für den menschlichen Organismus. (Wiener Sitzungsber. Math.-Nat. Cl. 1867. Bd. IV. Abth. II. p. 641.)

steuer eine Luxussteuer. Nach den vorliegenden Versuchen aber erscheint sie für das Proletariat als die Besteuerung einer unentbehrlichen Lebensbedingung.

Was nun die Nahrung der wildlebenden Pflanzenfresser betrifft, so lehrt die obige Tabelle, dass es auch für diese Nahrungsmittel gibt, wie die Riedgräser, in denen das Verhältniss des Kali zum Natron dem in der Milch gleich kommt. Auch im Wiesenheu, einem Gemenge der verschiedensten Kräuter, entfernt sich das Verhältniss des Kali zum Natron nicht sehr weit von dem in der Milch; das Verhältniss des Chlors zum Natron ist dasselbe wie in der Milch. Unter den unzähligen Pflanzenstoffen, welche die Thiere auf ihren Weideplätzen vorfinden, gibt es unzweifelhaft viele, deren Natron- und Chlorgehalt im Verhältniss zum Kaligehalte noch grösser ist, als in der Milch. Ich bin daher geneigt, anzunehmen, dass die Thiere, wenn sie sich kein Kochsalz verschaffen können, instinktmässig unter allen Nährpflanzen die natronreicheren, kaliärmeren aussuchen, bei erlangtem Kochsalze aber weniger wählerisch in ihrer Nahrung sein können. Die Bedeutung des Kochsalzes wäre demnach für die Pflanzenfresser, wie für den Menschen darin zu suchen, dass sie durch den Genuss desselben in den Stand gesetzt werden, den Kreis ihrer Nahrungsmittel zu erweitern.

Alle diese Erklärungsversuche sind indessen rein hypothetisch und die schwierige Frage nach der Bedeutung des Kochsalzes ist durch dieselben keineswegs als gelöst zu betrachten. Auch ist bei diesen Untersuchungen der Nutzen des Kochsalzes für den Organismus nur in einer Beziehung in Frage gekommen, während derselbe doch ein vielfacher sein könnte. Immerhin aber bleibt es eine beachtenswerthe Thatsache, dass die Kalisalze dem Organismus Kochsalz entziehen, und dass das Bedürfniss, Kochsalz zur Nahrung hinzuzufügen, unter allen Thieren nur an denjenigen beobachtet wird, in deren Nahrung der Kaligehalt den Natrongehalt bedeutend überwiegt.

Methode der Harnanalyse.

Zur Bestimmung der Alkalien im Harne wurde ein dreifacher Weg eingeschlagen.

1. Es wurden 100 bis 200 c.c. Harn mit Barytwasser eingedampft, der Rückstand bei beginnender Rothgluht verkohlt, mit heissem Wasser extrahirt und auf dem Filter ausgewaschen. Das Filtrat wurde nochmals eingedampft und mit heissem Wasser aufgenommen, wobei sich stets noch eine bedeutende Menge alkalischer Erden abschied, durch ein kleines Filter filtrirt und das Filtrat mit Salzsäure eingedampft, die Chloralkalien schwach geglüht, gewogen und mit Platinchlorid getrennt.

Oder es wurde 2) der Harn mit Barytwasser versetzt, durch einen Kohlensäurestrom der überschüssige Baryt gefällt, filtrirt, der Barytniederschlag ausgewaschen, das Filtrat eingedampft, verkohlt etc. Nach dieser Methode ist das Auswaschen des ersten Barytniederschlages weit weniger zeitraubend als nach der ersten Methode.

Vollständig ersparen kann man sich diese Operation dadurch, dass man 3) ein genau gemessenes Harnvolumen mit einem genau gemessenen Barytvolumen — meist genügt auf 1 Vol. Harn $1/2$ Vol. Barytlösung — in einem enghalsigen Ballon zusammenbringt, CO_2 durchleitet und durch ein trockenes Filter in einen Ballon hineinfiltrirt. 150 c.c. des Filtrates, entsprechend 100 c.c. Harn, wurden dann eingedampft, verkohlt etc.

Im Harne vom 4. Versuchstage des Versuches II erhielt ich:

nach der 1. Methode aus 100 c.c.	0.3984 KCl + NaCl;	daraus	0.5016	KCl, $PtCl_2$,
„ „ 3. „ „ „	0.4025 „ „ „	„	0.5015	„ „

Im Harne am fünften Versuchstage des Versuches II erhielt ich:

nach der 1. Methode aus 100 c.c.		1.3890 KCl + NaCl;	daraus	2.8298	KCl, $PtCl_2$,
„ „ 2. „ „ „	1)	1.3953 „ „ „	„	2.8274	„ „
	2)	1.3916 „ „ „	„	2.8400	„ „
„ „ 3. „ „ „		1.4042 „ „ „	„	2.8290	„ „

In dem Harne jedes Versuchstages wurden wenigstens 2 Bestimmungen der Alkalien ausgeführt; falls dieselben nicht genau stimmten, wurden weitere Bestimmungen gemacht, und schliesslich

wurde von allen gut übereinstimmenden Resultaten das arithmetische Mittel genommen.

Die Chlorbestimmungen wurden nach drei Methoden ausgeführt.

1. 100 bis 200c.c. Harn wurden mit reinem (vollkommen chlorfreiem) kohlensaurem Natron versetzt, eingedampft, bei beginnender Rothgluht verkohlt, mit heissem Wasser extrahirt, filtrirt und der Rückstand auf dem Filter mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat wird mit Salpetersäure versetzt, das Chlor mit Silberlösung gefällt und der Niederschlag auf einem gewogenen Filter gesammelt.

2. Der Harn wird direkt mit Salpetersäure und Silberlösung versetzt, erwärmt, das Chlorsilber auf einem Filter gesammelt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Da jedoch die Harnsäure und andere organische Stoffe sich durch Auswaschen nicht vollständig entfernen lassen, so wurde der auf dem Filter getrocknete Niederschlag auf ein Stück Glanzpapier gebracht, das Filter in einem Porcellantiegel eingeäschert, der Niederschlag hinzugefügt, und bis zur völligen Zerstörung aller organischen Stoffe geglüht, darauf längere Zeit hindurch mit Salpetersäure auf dem Dampfbade digerirt, das gelöste Silber mit Salzsäure gefällt, eingedampft, nochmals geglüht und gewogen. — Da das zweimalige Glühen des Niederschlages, sowie das Digeriren mit Salpetersäure und das Eindampfen sehr zeitraubend ist, so wurde auch folgender Weg eingeschlagen.

3. Ein genau gemessenes Volumen Harn wird mit einem genau gemessenen Volumen Salpetersäure versetzt und 24 Stunden in der Kälte stehen gelassen, wobei sich der grösste Theil der Harnsäure ausscheidet. Die klare Lösung wird mit der Pipette abgehoben. Ein bestimmtes Volumen derselben entspricht einem bestimmten Volumen Harn. Diese Mischung von Harn und Salpetersäure wird mit Silberlösung versetzt, erwärmt und der gebildete Niederschlag mit heissem Wasser auf einem gewogenen Filter ausgewaschen. Die auf diesem Wege gewonnenen Werthe fallen aber dennoch stets ein wenig zu hoch aus, da der Silberniederschlag immer etwas organische Substanz mit Zähigkeit zurückhält, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man den getrockneten Niederschlag glüht; es entweichen dabei stets Destillationsprodukte, wenn auch in weit

geringerer Menge als aus dem nach der zweiten Methode erhaltenen Niederschlage.

Da die nach der Methode 1 gewonnenen Werthe leicht etwas zu niedrig ausfallen, so kommt das Mittel aus einer nach der Methode 1 und einer nach der Methode 3 ausgeführten Bestimmung dem absolut richtigen Werthe sehr nahe. Es wurde die Chlorbestimmung in dem Harne eines jeden Versuchstages wenigstens nach zweien dieser Methoden ausgeführt.

100 c.c. Harn gaben:

nach der 1. Methode 1.6321 AgCl
" " 3. " 1.6350 "

100 c.c. Harn (Vers. I. Tag V) gaben:

nach der 1. Methode 1.1180 AgCl
" " 3. " 1.1241 "

100 c.c. Harn (Vers. III Tag IX) gaben:

nach der 1. Methode 0.2492 AgCl
" " 3. " 0.2491 "

Beim Einäschern mit Baryt oder mit Salpeter habe ich stets zu niedrige und unter einander schlecht übereinstimmende Werthe erhalten.

Zur Bestimmung der **Phosphorsäure** wurde ein zweifacher Weg eingeschlagen.

1. 150 bis 300 c.c. Harn wurden mit essigsaurem Ammon versetzt und die PO_5 durch Zusatz einer titrirten Eisenchloridlösung und Kochen gefällt, der Niederschlag auf dem Bunsen'schen Filter mit heissem, etwas essigsaures Ammon enthaltendem Wasser ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Da beim Glühen das Eisenoxyd und das phosphorsaure Eisenoxyd zum Theil reducirt wird, so wurde der geglühte Niederschlag einen Tag lang mit Salpetersäure auf dem Dampfbade digerirt, eingedampft und nochmals geglüht. Dabei fand stets eine nicht unbedeutende Gewichtszunahme statt.

Ein Fehler könnte bei dieser Bestimmungsmethode dadurch entstehen, dass mit dem phosphorsauren Eisen oxalsaurer Kalk herausfällt. Aber der Harn mehrerer Versuchstage, welchen ich darauf prüfte, enthielt Oxalsäure nur in kaum nachweisbaren Spuren.

Ferner könnte ein Fehler dadurch entstehen, dass ein Theil des Eisenoxydes durch Zucker oder andere organische Stoffe in Lösung erhalten wird; aber ich habe im Filtrat des Eisenniederschlages niemals Eisen nachweisen können. —

2. 150 c.c. Harn werden mit Ammoniak und der gewöhnlichen Mischung von Chlorammonium, Ammoniak und schwefelsaurer Magnesia versetzt; am folgenden Tage wird der gebildete Niederschlag auf einem Filter gesammelt, mit ammoniakhaltigem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen. Das Filtrat wird gemessen und für je 54 c.c. 0.001 Grmm. $Mg_2\ PO_7$ hinzugerechnet.

Diese Bestimmungsmethode muss etwas zu hohe Werthe ergeben, weil mit der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia auch der phosphorsaure Kalk herausfällt. Dieser Fehler ist jedoch sehr gering; denn die im täglichen Harne ausgeschiedene Kalkmenge betrug durchschnittlich blos 0.17 Grmm. = 0.3137 $Ca_3\ PO_8$ = 0.1437 PO_5; berechnet man die 0.3137 $Ca_3\ PO_8$ als $Mg_2\ PO_7$, so findet man 0.2005 PO_5; somit beträgt der Fehler, welchen man begeht, indem man die Phosphorsäure ohne vorhergegangene Ausfällung des Kalkes als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt: 0.2086 — 0.1437 = 0.0569 Grmm. für die Gesammtmenge des an einem Tage ausgeschiedenen Harnes. Dieser Fehler wird dadurch noch verringert, dass der phosphorsaure Kalk in Ammoniaksalz-haltigen Lösungen leichter löslich ist, als die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

100 c.c. Harn (Vers. I Tag V) gaben:

nach der 1. Methode . . . . = 0.3323 PO_5
„ „ 2. „ 0.5161 Mg_2PO_7 = 0.3301 „

Zur Bestimmung der **Schwefelsäure** wurden 100 c.c. Harn in einer Platinschale mit Salzsäure und Chlorbaryum versetzt und ca. 20 Minuten lang auf dem Dampfbade erhitzt, durch ein Filter decantirt, der in der Platinschale zurückbleibende Niederschlag mehrmals mit heissem Wasser und mit verdünnter Salzsäure digerirt (um ihn von dem mitgerissenen Chlorbaryum zu befreien) und zuletzt auf dem Filter so lange mit heissem Wasser ausgewaschen, bis das

Filtrat sich mit Silberlösung nicht mehr trübt. Der getrocknete und geglühte Niederschlag wird mit ein paar Tropfen concentrirter Schwefelsäure versetzt, nochmals geglüht und gewogen.

Da die beim Erkalten auf dem Filter sich ausscheidende Harnsäure die Filtration sehr verlangsamt, so wurde die Bestimmungsweise meist dahin geändert, dass die Harnsäure zuvor durch 24stündiges Stehen eines, mit einem gemessenen Volumen Salzsäure versetzten, gemessenen Harnvolumens ausgeschieden wurde.

150 c.c. Harn gaben:

nach vorhergegangener Ausfällung der $\bar{U}$ 0.5971 $BaSO_4$
ohne vorhergegangene „ „ „ 0.5946 $BaSO_4$

Dorpat, am 24. December 1872.

Beobachtungen über den schwankenden Gehalt des Münchener Brunnenwassers an festen Bestandtheilen.

Von

Louis Aubry.

(Fortsetzung zu Band VI p. 285.)

Das Grundwasser steht in steter Wechselbeziehung mit der bewohnten Bodenoberfläche, auf welche die atmosphärischen Niederschläge erfolgen, und den daran grenzenden Bodenschichten, in welchen es sich bewegt und ansammelt. Aus diesem Grunde zeigt es, wie durch zahlreiche in der chemischen Literatur bekannt gemachte Untersuchungen von verschiedenen Orten bereits nachgewiesen wurde, einen wechselnden Gehalt an gelösten Stoffen aus dem organischen und unorganischen Reiche, je nach der Beschaffenheit des Bodens und den Verhältnissen der Oberfläche, und es erleidet an ein und demselben Orte vielfache von verschiedenen Einflüssen bedingte Veränderungen.

Die für die Stadt München im Jahre 1864 von Herrn A. Wagner, nunmehr Professor an der kgl. bayer. Militär-Akademie, begonnenen Untersuchungen des Grundwassers aus einer Anzahl öffentlicher und Privat-Brunnen, welche in Bd. II pag. 289—306 und Bd. III pag. 86—100 dieser Zeitschrift veröffentlicht wurden, sowie deren Fortsetzung, welche Gegenstand meiner Abhandlung in Bd. VI pag. 285—297 war, haben hinlänglich den Beweis geliefert, wie sehr in einer grossen volkreichen Stadt das Grundwasser Verunreinigungen durch die Einwohnerschaft ausgesetzt ist und wie gross die Schwankungen sind, welche das aus ein und

demselben Brunnen entnommene Wasser zu verschiedenen Zeiten in seinen Bestandtheilen erleidet.

Der Zweck dieses Aufsatzes ist es, die Resultate der bis jetzt weiter fortgesetzten Untersuchungen unseres Münchener Pumpwassers, im Anschluss an meine oben genannte letzte Abhandlung niederzulegen, um die weiteren Veränderungen, welche dasselbe seit Sommer 1869 erlitten hat, einer kurzen Besprechung zu unterziehen. Dabei soll dieselbe Ordnung wie in den früheren Veröffentlichungen über diesen Gegenstand, der Uebersichtlichkeit halber wieder beibehalten werden.

I.

In dieser Abtheilung sind eine Anzahl Brunnenwässer zu besprechen, welche gewöhnlich alle 14 Tage zur Untersuchung gelangten. Die Untersuchung beschränkte sich auf Ermittelung der Gewichtsmenge des bei 110° C. getrockneten Abdampf-Rückstandes.

Die Zahl der untersuchten Brunnen betrug ursprünglich zehn (Rosengarten, Sterngarten, Bahnhof, Karlstrasse, Himbselhaus, Sendlingerlandstrasse Nr. 34, Nr. 31, Nr. 35, Nr. 30 und Nr. 50). Seit Sommer 1869 war es durch den Bau des nun vollendeten kgl. Central-Telegraphenamtes nicht mehr möglich, aus dem zum ehemaligen Rosengarten gehörigen und jetzt beseitigten Brunnen-Wasser zu erhalten und ist somit die Zahl der Brunnen auf neun reducirt. Der Brunnen an der Sendlingerlandstrasse Nr. 35 ist im Dezember 1871 gleichfalls eingegangen. Das Wasser vom Himbselhaus konnte zu Anfang des Jahres 1872 nicht mehr untersucht werden, weil der Brunnen eingefroren war; später wurde derselbe abgesperrt und erst im Sommer war es wieder möglich, die Untersuchungen fortzusetzen.

Ich lasse hier in tabellarischer Zusammenstellung mit dem laufenden Datum, an welchem das Wasser geschöpft wurde, die Rückstandsmengen folgen:

(Siehe die Tabelle auf Seite 147 und 148.)

Am Ende dieser Zusammenstellung habe ich die Durchschnittszahlen für diese Versuchsreihe, dann die grösste und kleinste Rückstandsmenge mit der daraus berechneten Differenz angefügt.

Tabelle I. Rückstandsmenge in Grammen im Liter.

Tag der Schöpfung	Sterngarten[1]	Bahnhof	Karlsstrasse[2]	Himbselhaus	Sendlinger-Landstrasse				
					Nr. 34	Nr. 31	Nr. 35	Nr. 30	Nr. 50
1869									
Aug. 28.	0.74	0.70	0.73	0.70	1.30	1.47	2.14	0.44	1.18
Sept. 11.	0.76	0.62	0.71	0.88	1.19	1.34	2.15	0.48	0.89
„ 29.	0.77	0.68	0.70	0.73	1.05	1.28	2.21	0.46	0.82
Okt. 9.	0.73	0.73	0.68	1.02	1.07	1.26	2.23	0.52	0.80
„ 23.	0.62	0.69	0.69	1.16	1.10	1.19	2.19	0.41	0.67
Nov. 11.	0.65	0.65	0.65	1.06	1.29	1.13	2.32	0.41	0.66
„ 20.	0.64	0.63	0.62	0.91	1.46	1.17	2.27	0.44	0.58
Dez. 7.	0.62	0.64	0.66	1.14	1.32	1.19	2.50	0.48	1.00
„ 18.	0.74	0.76	0.69	1.15	1.34	1.16	2.53	0.48	1.42
1870									
Jan. 8.	0.82	0.71	0.74	1.65	1.32	1.27	2.30	1.58	1.27
„ 22.	0.70	0.67	0.68	1.54	1.17	1.20	1.70	0.79	1.11
Febr. 5.	0.60	0.56	0.69	—	0.98	1.16	2.03	0.52	1.19
„ 19.	0.61	0.61	0.63	—	0.96	1.42	2.20	0.47	1.39
März 5.	0.62	0.66	0.67	—	0.88	1.30	2.39	0.53	1.59
„ 18.	0.76	0.67	0.67	1.11	0.95	1.22	2.59	0.46	1.60
April 2.	0.86	0.77	0.71	1.41	1.52	1.15	2.45	1.37	1.76
„ 16.	0.76	0.73	0.68	1.24	1.50	1.32	1.47	1.42	1.33
„ 30.	0.68	0.68	0.71	1.15	1.32	1.18	1.22	1.31	1.17
Mai 14.	0.70	0.59	0.70	1.04	1.01	1.22	1.93	0.57	1.21
„ 28.	0.65	0.62	0.67	1.09	0.68	1.17	2.20	0.47	0.98
Juni 11.	0.65	0.62	0.68	1.39	0.76	1.21	2.36	0.52	0.86
„ 25.	0.63	0.64	0.67	1.25	0.75	1.30	2.62	0.44	0.63
Juli 9.	0.65	0.72	0.67	1.30	0.78	1.33	2.65	0.46	0.47
„ 23.	0.71	0.69	0.65	1.17	0.84	1.36	2.01	0.49	0.43
Aug. 6.	0.68	0.70	0.68	1.40	0.89	1.28	1.80	0.48	0.41
„ 20.	0.69	0.76	0.75	2.28	1.50	1.38	2.60	0.36	0.64
Sept. 3.	0.80	0.77	0.72	1.47	1.45	1.06	2.70	0.41	0.65
„ 17.	0.74	—	0.67	1.51	—	1.23	2.55	0.37	0.58
Okt. 3.	0.71	0.66	0.65	0.84	0.70	1.26	2.70	0.42	0.66
„ 15.	0.75	0.68	0.64	1.42	1.45	1.19	—	0.36	0.83
„ 29.	—	—	—	—	1.57	1.24	2.72	0.33	0.76
Nov. 2.	0.79	0.66	0.66	1.96	—	—	—	—	—
„ 16.	0.85	0.74	0.68	1.97	1.93	1.26	2.60	0.46	2.30
„ 26.	0.80	0.66	0.72	1.75	1.70	1.21	2.38	0.44	1.75
Dez. 10.	0.77	0.70	0.72	1.85	1.29	1.32	2.17	0.41	1.52
„ 24.	0.71	0.71	0.71	—	1.30	1.31	2.19	0.47	1.76
1871									
Jan. 7.	0.77	0.71	0.72	1.27	1.41	1.47	2.31	1.35	1.77
„ 21.	0.74	0.71	0.73	1.26	1.29	1.46	2.28	0.95	1.42

1) Alte Bezeichnung für das spätere „Gasthaus zur Eisenbahn“ am Bahnhofplatz.

2) Brunnhäuschen, an der Kreuzung der Karls- und Dachauerstrasse.

Tag der Schöpfung	Sterngarten	Bahnhof	Karlsstrasse	Himbselhaus	Sendlinger-Landstrasse				
					Nr. 34	Nr. 31	Nr. 35	Nr. 30	Nr. 50
Febr. 4.	0.74	0.69	0.67	1.27	1.01	1.46	1.78	0.44	1.48
„ 18.	0.77	0.75	0.73	0.92	1.32	1.63	1.92	1.33	1.54
März 4.	0.78	0.81	0.78	0.96	1.08	1.56	1.49	1.31	1.00
„ 18.	0.73	0.71	0.75	0.93	1.15	1.52	1.14	1.30	1.09
April 1.	0.69	0.67	0.77	1.02	1.06	1.48	1.08	1.26	1.04
„ 15.	0.66	0.64	0.77	0.90	1.36	1.51	1.28	1.17	0.96
„ 29.	0.67	0.66	0 70	0.94	1.76	1.44	1.43	1.49	1.30
Mai 13.	0.70	0.69	0.68	—	1.30	1.43	1.48	1.55	1.11
„ 27.	0.67	0.65	0.86	0.92	1.34	1.41	1.42	1.45	0.90
Juni 9.	0.64	0.64	0.70	0.79	1.59	1.33	1.47	1.29	1.04
„ 23.	0.63	0.62	0.70	0.81	1.41	1.45	1.53	1.39	0.99
Juli 8.	0.62	0.69	0.72	0.77	1.52	1.60	2.28	1.48	1.06
„ 22.	0.66	0.65	0.72	0.89	1.40	1.63	2.73	1.08	1.16
Aug. 5.	0.69	0.63	0.68	0.82	1.49	1.60	2.62	0.97	1.14
„ 19.	0.65	0.60	0.60	1.31	1.14	1.52	2.71	0.72	1.03
Sept. 2.	0.64	0.57	0.65	1.01	0.96	1.41	2.73	0.60	0.80
Okt. 17.	0.64	0.60	0.63	1.80	1.04	1.55	2.79	0.54	0.86
„ 28.	0.64	0.62	0.60	1.84	1.00	1.46	2.77	0.50	0.82
Nov. 11.	0.64	—	0.59	1.76	1.15	1.50	2.59	0.52	0.81
„ 25.	0.62	0.66	—	1.60	1.25	1.44	2.93	0.49	0.78
Dez. 9.	0.60	0.69	0.61	1.55	1.24	1.35	2.58	0.43	0.61
„ 23.	0.64	0.64	—	1.84	1.32	1.53	—	0.50	0.40
1872									
Jan. 9.	0.61	0.66	0.63	—	1.39	1.44	—	0.51	0.42
„ 20.	0.62	0.67	0.67	—	1.46	1.35	—	0.50	0.49
Febr. 1.	0.61	0.68	0.64	—	1.52	1.36	—	0.48	0.47
„ 17.	0.60	0.66	—	—	1.70	1.31	—	0.55	0.49
März 2.	0.65	0.77	—	—	1.70	1.31	—	0.49	1.30
„ 16.	0.66	0.68	—	—	2.20	1.25	—	0.59	2.28
„ 30.	0.68	0.75	0.70	—	1.78	1.42	—	0.55	1.21
April 12.	0.66	0.66	0.70	—	1.26	1.21	—	0.51	0.87
„ 27.	0.63	0.74	0.72	—	1.33	1.23	—	0.58	0.73
Mai 11.	0.59	0.62	0.64	—	1.42	1.14	—	0.44	0.93
„ 25.	0.65	0.75	—	—	1.30	1.27	—	0.53	0.79
Juni 8.	0.68	0.84	0.74	—	0.74	1.42	—	0.53	1.20
„ 22.	0.84	0.94	0.88	—	1.39	1.48	—	1.49	1.35
Juli 6.	0.75	0.86	0.82	—	1.34	1.70	—	1.51	0.99
„ 20.	0.80	0.84	0.83	0.67	1.61	1.44	—	1.72	0.97
„ 31.	0.82	0.93	0.81	0.87	1.44	1.89	—	0.82	1.10
Aug. 31.	0.70	0.59	0.54	0 81	1.20	1.68	—	0.79	0.85
Sept. 16.	0.65	0.61	0.65	0.69	1.09	1.33	—	0.62	0.96
Durchschnittszahl	0.693	0.688	0.694	1.220	1.273	1.360	2.182	0.745	1.031
Maximum . .	0.86	0.94	0.88	2.28	2.20	1.89	2.93	1.72	2.30
Minimum . . .	0.59	0.56	0.54	0.67	0.68	1.06	1.08	0.33	0.40
Grösste Differenz	0.27	0.38	0.34	1.61	1.52	0.83	1.85	1.39	1.90

Wie in den früheren Jahrgängen treffen wieder die grössten Durchschnittszahlen auf die Brunnen vom Himbselhaus und jene in der Sendlinger-Landstrasse, mit Ausnahme des Brunnens No. 30 benannter Strasse. Das Wasser vom Himbselhaus zeigt gegen die Vorjahre (1867—69) eine Durchschnittszunahme von 1.220—0.913 =0.307; auch die grösste Differenz unterscheidet sich durch eine etwas höhere Zahl (1.61) von der vorigen (1.49). Sterngarten, Bahnhof und Karlstrasse weisen ebenfalls eine Durchschnittszunahme auf. Die Brunnen an der Sendlingerlandstrasse, welche allerdings (wie schon früher erwähnt) zum Theile abnormen örtlichen Verunreinigungen — (z. B. Einfluss von Ueberlaufwasser aus den Strassengräben, Zufluss von Jauche aus den Stallungen etc.) — ausgesetzt sind, zeichnen sich vielfach durch auffallende Sprünge in der Zu- und Abnahme der fixen Bestandtheile aus. Nr. 34, Nr. 31 und Nr. 50 haben diesmal eine grössere Differenz der höchsten und geringsten Rückstandsmenge ergeben, für die andern Brunnen ist die Differenz geringer, die Durchschnittszahlen sind dagegen mit Ausnahme von Nr. 30 höher. Die Wässer waren gewöhnlich gelb gefärbt, Schwärzung und Entwickelung brenzlichen Geruches beim Glühen der Rückstände verriethen viel darin vorhandene organische Stoffe.

Nr. 30 der Sendlinger-Landstrasse hat am 29. Oktober 1870 das Minimum von 0.33 Grmm. Rückstand im Liter erreicht, eine Zahl, welche als geringste Rückstandsmenge an die den 29. December 1865 am Brunnen Nr. 50 beobachtete von 0.32 Grmm. per Liter erinnert und in dieser Brunnengruppe wohl selten sein dürfte.

Auffallend ist noch der oft anhaltend geringe Salzgehalt von Nr. 30 mit oft ganz enormen Sprüngen. Von Juni 1869 bis December desselben Jahres ist das Maximum 0.57, dann kommt ein Sprung vom 18. December 1869 bis 8. Januar 1870 von 1.1 Grmm. per Liter mehr Rückstand; ein ähnlicher Sprung ist bemerkbar vom 8. Juni bis 22. Juni 1872 mit einer Zunahme von 0.96 Grmm. per Liter. Zeitweise liefert dieser Brunnen demnach ein sehr reines Wasser. Ein Zusammenhang dieser auffallenden Erscheinung mit zeitweise fallendem Regen ist nicht in allen Fällen beobachtet worden, es müssen hier ganz abnorme Einflüsse mit im Spiele sein.

Die Zu- und Abnahme der Rückstände verhält sich gleichmässiger bei jenen Brunnen, welche nicht so vielfachen örtlichen Zuflüssen ausgesetzt sind, wesshalb zur besseren Uebersicht in der folgenden Tabelle die pro Quartal berechneten mittleren Rückstände für die Wässer vom Sterngarten, vom Bahnhofe und der Karlstrasse mit den an der kgl. Sternwarte zu Bogenhausen beobachteten Regenmengen zusammengestellt wurden.

(Siehe die Tabelle II auf Seite 151.)

Bd. VI pag. 289 findet sich für 1869 nur das erste und zweite Quartal; wenn man die Mittelzahlen aus jener Tabelle benützt und mit den Mittelzahlen des dritten und vierten Quartals dieser fortgesetzten Tabelle den Jahresdurchschnitt berechnet, so ergiebt sich

$$1869 \left\{ \begin{array}{lcl} \text{I. Quartal} & & 0.582 \\ \text{II.} & „ & 0.647 \\ \text{III.} & „ & 0.710 \\ \text{IV.} & „ & 0.671 \end{array} \right\} \frac{2.610}{4}$$

0.652 als das Jahresmittel für 1869. Die Rückstandsmengen sind für diese drei Brunnen nach vorstehender Tabelle im Jahres-Mittel für 1870, 1871 und den 3 Quartalen von 1872 grösser als in den drei vorhergehenden Jahren. Stellen wir dieselben mit den Regenmengen neben einander, so zeigt sich folgendes Verhältniss:

	Regenmenge	Jahresmittel
1867	444.58	0.630
1868	300.86	0.560
1869	331.11	0.652
1870	280.13	0.694
1871	333.68	0.675

Die geringe Regenmenge im Jahre 1870 hat keine Verringerung der aufgelösten Stoffe im Grundwasser bewirkt, die Rückstandsmenge hat im Gegentheil im Vergleich mit dem Vorjahre zugenommen. Wenn es auch sehr schwer, ja nahezu unmöglich ist, die verschiedenen den Salzgehalt eines Wassers regulirenden Einflüsse zu beurtheilen, so möchte doch durch diese Zahlen die in der letzten Abhandlung pag. 291 ausgesprochene Vermuthung, „dass ein anhaltend hoher Grundwasserstand imprägnirten Boden auswasche“,

Tabelle II.

	1869 Quartal		1870 Quartal				1871 Quartal				1872 Quartal			Durchschnittszahl
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	
Regenmenge in Linien	108.51	74.33	40.90	49.68	117.22	72.33	64.51	109.14	93.78	61.25	31.74	154.92	109.58	
	182.84		280.13				333.68				296.24			
Sterngarten	0.751	0.666	0.685	0.704	0.711	0.768	0.755	0.666	0.652	0.630	0.633	0.675	0.744	0.695
Bahnhof	0.685	0.683	0.646	0.664	0.728	0.687	0.730	0.653	0.628	0.642	0.696	0.758	0.766	0.692
Karlsstrasse	0.696	0.665	0.680	0.688	0.690	0.683	0.730	0.740	0.674	0.607	0.660	0.786	0.730	0.690
Mittel aus den drei Brunnen	0.710	0.671	0.670	0.685	0.709	0.712	0.738	0.686	0.651	0.626	0.663	0.728	0.746	
Jahresmittel	0.690		0.694				0.675				0.710			

ihre Bestätigung erhalten. Der hohe Grundwasserstand von 1867 hatte den Boden gehörig ausgelaugt und so im Vereine mit der Kanalisation des betreffenden Stadttheiles den Salzgehalt für 1868 herabgedrückt. Nachher hatte aber der Boden allmälig wieder Zeit, sich mit Auswurfstoffen zu beladen und der Regen war hinreichend, um eine Zersetzung derselben und deren Auflösung zu begünstigen und so die Rückstände der Wässer zu erhöhen.

Eine weitere Verfolgung solcher Einflüsse wird zeigen, ob die ausgesprochenen Vermuthungen gerechtfertigt sind. Die uns vorliegenden Zahlen scheinen noch keineswegs ausreichend zur Beurtheilung der complicirten Vorgänge im Boden zu sein.

Merkwürdig und besonders erwähnenswerth ist es übrigens doch, dass die hohen Salzgehalte der ersten Untersuchungsjahre nicht wieder erreicht wurden.

II.

Die folgende Tabelle enthält die nach längeren Zeiträumen zur Untersuchung gelangenden Brunnenwässer aus den verschiedenen öffentlichen Stadtbrunnen vorzüglich der innern Stadt, welche sich durch dichtere Bevölkerung auszeichnet und einer guten Canalisation zur Zeit noch leider entbehrt. Die Reihenfolge in den früheren Abhandlungen wurde beibehalten. Leider sind seit der letzten Publikation wieder einige Brunnen entfernt worden und die übrigen noch bestehenden öffentlichen Brunnen erfreuen sich auch nicht alle eines zu häufigen Zuspruches, was aus den eingerosteten Pumpvorrichtungen schon deutlich hervorgeht. Es ist manchmal unmöglich Wasser zu Tage zu fördern, wovon die zahlreichen Lücken in der Tabelle Zeugniss geben.

Beseitigt sind von Partie I:

der Brunnen vom Baumagazin in der Sendlingergasse.
„ „ Hottergasse Nr. 7.
„ „ am Café Fink.
„ „ am Bezirksgericht in der Löwengrube.

Von Partie II:

der Brunnen an der griechischen Kirche.

Das unter der Rubrik vom 28. Dez. und 30. Dez. 1871 eingetragene Wasser der folgenden Brunnen konnte erst am 9. Januar 1872 geschöpft werden, da die Pumpen eingefroren waren:

Damenstiftsgasse Nr. 16.
Altheimereck Nr. 4.
Akademie.
Schlachthaus am Färbergraben.
Petersplatz Nr. 4.

desgleichen erst am 4. Januar die in derselben Rubrik eingetragenen Brunnen:

Hundskugel Nr. 7 und
Café Max Emanuel.

(Siehe Tabelle III auf Seite 154 und 155.)

Die Durchschnittszahlen für alle Brunnen jeder einzelnen Abtheilung sind niedriger gegenüber den 1867 — 69 erhaltenen Zahlenwerthen. Der Einfluss des gefallenen Regens ist hier deutlicher sichtbar, denn die vermehrte Regenmenge im Jahre 1871 hat eine Zunahme im Salzgehalte des Wassers bewirkt, was besonders auffallend in Partie I hervortritt. Nur in Partie II macht die Rubrik vom 30. Dez. eine Ausnahme.

In den Jahren 1864 — 67 fiel die grösste Differenz der Partie I auf den Brunnen an der Kreuzgasse Nr. 29 mit 1.57; in den darauffolgenden Jahrgängen 1867—69 war der Brunnen Nr. 20 an der Kreuzgasse der schlechteste. Dieses Wasser hat sich seitdem insoferne gebessert, als es nicht mehr so grosse Schwankungen zeigt und einen constant hohen Salzgehalt besitzt. Die Kreuzgasse Nr. 29 nimmt aber wieder die alte Stelle diesmal mit einer grössten Differenz von 1.13 ein. Die Schwankungen im Allgemeinen sind in dieser Gruppe nicht mehr so gewaltig.

Für Partie II ist der Brunnen am Hotel Max Emanuel mit der grössten Differenz von 0.78 eingetreten, die nächst grössten Schwankungen zeigen die Brunnen Knorr-Haus I und Sattlergässchen Nr. 1, welcher letztere 1867 — 69 die grösste Differenz von 1.01 vor den anderen untersuchten Wässern dieser Abtheilung voraus hatte.

Eine Verschlechterung der Wässer vom Petersplatz Nr. 4 und Max Emanuel am Promenadeplatz hat wieder stattgefunden:

Tabelle III. (Partie I.)

Standplatz des Brunnens	29. März 1870	24. Oct. 1870	24. April 1871	25. Juli 1871	28. Dez. 1871	12. Juli 1872	Mittelzahl	Grösste Differenz
Baumagazin am Sendlingerthor	0.66	0.58	0.58	—	—	—	0.606	0.08
Sendlingerstrasse Nr. 48	0.98	0.83	0.97	0.87	0.83	0.91	0.898	0.15
Kreuzgasse Nr. 20	1.61	1.66	1.60	1.56	1.65	1.51	1.598	0.15
„ Nr. 29	1.34	0.97	1.36	1.48	—	2.47	1.524	1.13
Glockengasse Nr. 8	0.97	0.84	0.91	0.90	1.09	0.98	0.948	0.25
Josefspitalgasse	1.70	1.96	2.04	2.03	2.07	1.81	1.935	0.37
Hundskugel Nr. 7	0.72	0.93	1.09	1.00	0.69	1.16	0.931	0.47
Hottergasse Nr. 7	0.96	0.97	—	—	—	—	0.965	0.01
Damenstiftsgasse Nr. 16	1.01	1.20	1.05	0.93	1.05	0.97	1.035	0.27
Altheimereck Nr. 4	0.79	0.99	0.75	1.01	0.91	0.87	0.886	0.26
„ Nr. 14	1.12	1.07	0.81	0.92	1.37	0.78	1.011	0.59
Herzogspitalgasse	0.87	0.74	—	0.77	0.65	0.72	0.750	0.22
Glockengasse Nr. 2	0.62	0.53	0.62	0.68	—	—	0.612	0.15
Neuhausergasse Nr. 22	0.77	0.80	0.79	0.81	0.73	0.93	0.805	0.20
„ Nr. 29	0.76	0.74	0.80	0.96	—	0.87	0.826	0.22
Capellgässchen	0.72	0.75	0.79	0.84	0.69	0.89	0.780	0.20
Akademie	0.84	1.04	0.96	0.89	0.92	1.05	0.950	0.21
Färbergraben (Schlachthaus)	0.69	1.06	0.80	0.95	0.87	0.72	0.848	0.37
Café Fink (Frauenplatz)	0.95	—	—	—	—	—	0.950	—
Löwengrube (Bezirksgericht)	0.81	—	—	—	—	—	0.810	—
Stadtgerichtshof	0.68	0.63	0.59	0.58	0.64	0.78	0.650	0.20
Durchschnittszahlen	0.932	0.962	0.971	1.010	1.011	1.088	0.995	—

Tabelle III. (Partie II.)

Standplatz des Brunnens	8. April 1870	23. Nov. 1870	10. Mai 1871	31. Juli 1871	30. Dez. 1871	12. Juli 1872	Mittelzahl	Grösste Differenz
Knorrhaus I.	0.91	0.89	0.77	1.54	1.23	1.30	1.106	0.77
Knorrhaus II	0.78	0.77	1.02	0.83	0.79	0.89	0.846	0.25
Griechische Kirche	0.92	0.32	0.40	0.23	—	—	0.467	0.69
Hof der Theatinerkirche	0 62	0.74	0.76	0.71	0.50	0.51	0.640	0.26
Dienersgasse Nr. 12	0.58	0.61	0.59	0.73	0.60	0.63	0.623	0.15
Kaufingergasse Nr. 13	0.73	—	0.78	0.64	0.51	0.63	0.658	0.27
Petersplatz Nr. 4	0.41	0.67	0.73	0.94	0.52	0.64	0.651	0.53
Frauenplatz Nr. 11	0.62	0.61	0.59	0.76	0.70	0.70	0.663	0.17
Café Max Emanuel	0.83	0.77	1.23	0.89	0.45	0.87	0.840	0.78
Pfandhausgasse	0.74	0.50	0.95	0.85	0.37	0.89	0.716	0.58
Fürstenfeldergasse Nr. 10	0.80	0.53	0.85	0.89	0.77	—	0.768	0.36
Sattlergässchen Nr. 1	1.47	1.50	1.58	1.18	0.89	1.63	1.375	0.74
Färbergraben Nr. 20	0.55	0.51	0.60	0.62	—	0.52	0.560	0.11
Sendlingergasse Nr. 15	1.21	1.24	—	1.03	0.98	—	1.122	0.26
„ Nr. 31	—	1.39	1.32	1.32	1.39	1.46	1.376	0.14
Durchschnittszahlen	0.800	0.789	0.869	0.877	0.746	0.889	0.828	—

	Petersplatz Nr. 4	Max Emanuel
1867—69	0.522 Mittelzahl	0.628 Mittelzahl.
1869—72	0.651 „	0.840 „

Das Wasser vom Stadtgerichtsbrunnen hat wieder einige Besserung erlitten

Durchschnittszahl 1867—69 = 0.838,
„ 1870—72 = 0.650,

auch die Schwankungen waren in der letzten Zeit geringer.

Wenn auch manche Städte, nach den jetzt vorliegenden vielfachen Analysen ihres Grundwassers, zeitweise ein noch viel schlechteres Wasser aus ihren gegrabenen Brunnen zu Tage bringen, so kann doch von München gesagt werden, dass es ein Pumpwasser reich an organischen und unorganischen Bestandtheilen besitzt, welches durchaus nicht den Anforderungen entspricht, die man heutzutage an ein Nutzwasser oder gar Trinkwasser zu stellen berechtiget ist.

In den früheren Mittheilungen ist besonders auf die geringen Schwankungen aufmerksam gemacht worden, welche ein Wasser in seinen fixen Bestandtheilen zeigt, das aus wenig oder unbewohnter Gegend stammt. Das beste Wasser in dieser Beziehung ist das aus der Thalkirchnerleitung, darum mögen hier noch einige Rückstandsbestimmungen Platz finden, welche ich von Zeit zu Zeit vornahm:

Thalkirchner-Leitung		Gramm-Rückstand per Liter	
1870	3. Februar	0.260	Mittel 0.269
	15. „	0.270	
	17. „	0.277	
	4. März	0.275	
	20. „	0.267	
1871	19. October	0.292	
	24. „	0.255	
1872	11. Januar	0.255	

III.

Die Verunreinigung eines Brunnenwassers durch die Bewohner einer Stadt und deren Hausthiere ist am handgreiflichsten, wenn

man den Alkaliengehalt eines solchen Wassers zeitweise verfolgt und mit einem solchen Verunreinigungen nicht ausgesetzten Wasser in dieser Richtung vergleicht. Wenn man bedenkt, dass der Harn der Menschen und Thiere sehr reich an Alkalien ist, so muss das dadurch verunreinigte Wasser einen grösseren Alkaliengehalt aufweisen. Das Verhältniss von Kali und Natron wird ein verschiedenes sein, je nachdem der Boden viel Menschenharn oder thierischen Harn aufsog, denn im thierischen Harn ist Kali, — im Menschenharn dagegen Natron vorwiegend.

Das Münchener Wasser hat nach den früheren Analysen nicht nur grosse Mengen dieser Alkalien aufgewiesen, sondern sich durch ein schwankendes Verhältniss zwischen Kali und Natron ausgezeichnet. Bis zum Jahre 1868 war die Menge des Kali stets im Zunehmen begriffen und überwiegend geworden zum Natron; dann änderte sich das Verhältniss und ist nun das Natron stets in grösserer Menge vorhanden. Die Gesammtmenge der Alkalien ist nicht geringer geworden.

Seit der letzten Bekanntmachung des Alkaliengehaltes einer Anzahl Brunnenwässer hat die Zahl der ursprünglich untersuchten Brunnen eine Reduktion erfahren. Von Maistrasse Nr. 21 konnte schon im Oktober 1869 das Wasser nicht mehr analysirt werden, weil der Brunnen entfernt war und später ist auch der an der Maistrasse Nr. 3 und 4 eingegangen, dessen Wasser nur noch einmal am 19. April 1870 zur Untersuchung gelangte. Zum Ersatze dafür habe ich den, das Interesse der Wassertrinker Münchens in so hohem Grade besitzenden, Stadtgerichtsbrunnen in diese Abtheilung hereingezogen.

Die folgende Tabelle enthält die Gesammtrückstände, dann den davon im Wasser löslichen Theil und Kali und Natron für den Liter berechnet; ferner die auf 100 Theile des Gesammtrückstandes treffende relative Menge Kali und Natron in Grammen.

(Siehe Tabelle IV auf Seite 158.)

Die Alkalienmenge des Wassers von der Glückstrasse Nr. 9/a hat abgenommen, die Rückstände sind auch ziemlich gering, doch ist das Gewichtsverhältniss der Alkalien zum Gesammtrückstande

Tabelle IV.

Datum der Schöpfung	Ort der Schöpfung	im Liter in Grammen: Abdampf-Rückstand	In Wasser lösl. Theil davon	Kali	Natron	100 Theile des Rückstandes enthalten: Kali	Natron
19. April 1870	Maistrasse Nr. 3 und 4	0.255	0.070	0.0019	0.0050	0.745	1.960
29. März 1870	Glockengasse Nr. 8 .	0.970	0.610	0.0325	0.0536	3.350	5.526
7. Aug. 1871	„	0.960	0.570	0.0285	0.0535	2.969	5.573
28. Dez. 1871	„	1.090	0.705	0.0251	0.0552	2.302	5.113
22. Juli 1872	„	1.070	0.565	0.0406	0.0677	3.794	6.327
16. April 1870	Himbselhaus	1.245	0.815	0.0555	0.0868	4.458	6.971
15. Oct. 1870	„	1.425	0.990	0.0645	0.1189	4.526	8.344
25. Juli 1871	„	0.842	0.470	0.0268	0.0512	3.183	6.081
23. Dez. 1871	„	1.840	1.165	0.0527	0.1278	2.864	6.945
22. Juli 1872	„	0.670	0.365	0.0293	0.0319	4.373	4.761
19. April 1870	Glücksstrasse Nr. 9a	0.405	0.140	0.0138	0.0195	3.407	4.814
25. Juli 1871	„	0.495	0.240	0.0123	0.0181	2.485	3.656
27. Dez. 1871	„	0.390	0.140	0.0072	0.0083	1.846	2.128
22. Juli 1872	„	0.600	0.315	0.0236	0.0268	3.933	4.466
19. April 1870	Amalienstrasse Nr. 51	0.735	0.395	0.0238	0.0446	3.238	6.068
25. Nov. 1870	„	0.740	0.460	0.0278	0.0503	3.756	6.797
25. Juli 1871	„	0.930	0.560	0.0269	0.0525	2.892	5.645
27. Dez. 1871	„	0.780	0.450	0.0267	0.0422	3.423	5.410
22. Juli 1872	„	0.935	0.490	0.0324	0.0541	3.465	5.786
19. April 1870	Amalienstrasse Nr. 28	0.777	0.405	0.0298	0.0426	3.835	5.482
25. Nov. 1870	„	0.720	0.410	0.0291	0.0417	4.041	5.791
25. Juli 1871	„	0.960	0.535	0.0327	0.0500	3.406	5.208
27. Dez. 1871	„	0.705	0.415	0.0281	0.0362	3.985	5.134
22. Juli 1872	„	0.990	0.560	0.0398	0.0648	4.020	6.545
29. März 1870	Stadtgericht	0.680	0.360	0.0217	0.0329	3.191	4.837
24. Oct. 1870	„	0.630	0.300	0.0233	0.0398	3.698	6.317
24. April 1871	„	0.592	0.315	0.0178	0.0318	3.006	5.371
25. Juli 1871	„	0.587	0.280	0.0188	0.0282	3.202	4.801
28. Dez. 1871	„	0.645	0.335	0.0228	0.0371	3.534	5.751
22. Juli 1872	„	0.750	0.400	0.0275	0.0375	3.666	5.000

ein zu grosses, um das Wasser ein reines Trinkwasser nennen zu können.

Das Stadtgerichts-Wasser weist im Verhältniss zum Gesammtrückstande einen hohen Alkaliengehalt auf, welcher sich so ziemlich der Analyse vom 21. Oktober 1869 nähert. In der letzten Abhandlung wurde die Zusammensetzung von noch drei Wässern angereiht, darunter das Brunnthalerwasser aus der Gartenwirthschaft, als bekanntlich sehr reines Wasser zum Vergleiche. Das letztere habe ich noch zweimal untersucht und stelle die Zahlen mit den beiden andern nur einmal untersuchten Wässern zusammen, welchen ich die Analyse des Felsenbrunnens in den Brunnthaler-Anlagen, zu welchen bekanntlich gerne Wassertrinker wallfahrten, anreihe.

Tabelle V.

Bezeichnung des Brunnens	geschöpft am	Per Liter in Grammen Rückstand	Davon in Wasser löslich	Kali	Natron
Brunnthaler Gartenwirthschaft . . .	20. Febr. 1872	0.385	0.130	0.0021	0.0059
" "	22. Juni 1872	0.390	0.140	0.0026	0.0052
Schleibinger-Bräu-Keller	6. Febr. 1872	0.370	0.115	0.0116	0.0084
Sendlingerlandstrasse Nr. 30	7. März 1872	0.498	0.225	0.0036	0.0083
Felsenbrunnen in den Brunnthaler Anlagen	12. Juli 1870	0.420	—	0.0053	0.0097

Aus der zunehmenden Natronmenge kann man ersehen, dass das Brunnthaler-Wasser fremden Einflüssen nicht ganz ferne bleibt. Das Wasser vom Schleibingerbräukeller ist zwar anscheinend rein, erhält aber reichlichen Zufluss aus den Stallungen, nach dem überwiegenden Kaligehalt zu schliessen; übertroffen wird es an Reinheit von dem Wasser der Sendlingerlandstrasse Nr. 30. Der Felsenbrunnen in den Anlagen enthält mehr Kali und Natron als der Brunnen in der Gartenwirthschaft, wahrscheinlich eine Folge der Nähe des grossen Stadttheils Haidhausen. Es hat eine ähnliche Zusammensetzung, wie das Wasser der königlichen Hofbrunnleitung von Brunnthal und der städtischen Wasserleitung von der Kalkofeninsel, welche gleichfalls Quellen benützen, welche von Haidhausen beeinflusst sind.

Das Absorptionsspectrum des Hydrobilirubin.

Von

C. Vierordt.

Aus dem Bilirubin der Galle hat Prof. Maly[1]) durch Auflösen in Kalilauge und Behandlung mit Natriumamalgam einen, von ihm Hydrobilirubin genannten, Farbstoff dargestellt und näher charakterisirt, dessen Existenz schon vorher von Jaffé im Harne, namentlich Fieberkranker, durch die spektroskopische Untersuchung erwiesen worden war. Charakteristisch ist unter Anderem für denselben ein Absorptionsstreif zwischen den Fraunhofer'schen Linien *b* und *F*.

Prof. Maly hatte die Güte, mir eine verhältnissmässig ansehnliche Menge dieses Körpers zur photometrischen Analyse seines Absorptionsspektrums zu überschicken, auf die ich um so bereitwilliger einging, als es sich um eine Substanz handelt, die schon vermöge ihres Ursprungs ein hohes physiologisches Interesse bietet und deren quantitative Bestimmung bei der Analyse der Farbstoffe vieler Harnproben sehr wünschenswerth erscheinen muss.

Ich untersuchte photometrisch die Absorptionsspektren des Hydrobilirubin in der weingeistigen und in der ammoniakalischen Lösung.

Zur weingeistigen Lösung wurden 0.0155 Gramm Hydrobilirubin und 7.750 Kubikctm. Weingeist verwendet. Die ursprüngliche Verdünnung war demnach $^1/_{500}$. Die weiteren Verdünnungen wurden mittelst höchst verdünnten Alkohols hergestellt.

Die nachfolgende Tabelle gibt die mit abnehmender Concentration zunehmende Ausdehnung des Absorptionsspektrums dieser Lös-

---

1) Annalen der Chemie. 1872. Februar und März.

ung, dessen linke Grenze bei allen Verdünnungen jenseits *A* beginnt und zwar in einem Abstand links von *A*, welcher dem Abstand der Linien *A*—*a* ungefähr gleich ist. Von der Verdünnung $^1/_{4000}$ an ist die blaue Region des Absorptionsspektrums schon derartig aufgehellt, dass der charakteristische Absorptionsstreif des Hydrobilirubin beginnt, welcher mit zunehmender Verdünnung immer schmäler werdend sich auf die Spektralregion unmittelbar links von *F* zurückzieht. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf eine 1 C.-M. dicke Schicht der Lösung und eine $^1/_5$ Mm. breite Eintrittsspalte des Spektralapparates. Als Lichtqulle diente eine starke Petroleum-Flamme.

Verdünnung des Hydrobilirubin	Rechte Grenze des Absorptionsspektrums	Grenzen des Absorptionsstreifens	Farbe der Lösung
I $^1/_{500}$	bis *C* 75 *D* und sehr lichtarm bis *D*	—	Tief braunroth.
II $^1/_{1000}$	bis *D* 87 *E*	—	Schön dunkelroth.
III $^1/_{2000}$	bis *E* 18 *F*	—	—
IV $^1/_{4000}$	bis *G* 35 *H*	*E* 26 *F* (*b*) — *F* 54 *G*	Gelbroth.
V $^1/_{8000}$	bis *G* 60 *H*	*E* 45 *F* — etwa *F* 25 *G* Absorptionsstreif nicht gefärbt	Von hier an mischt sich ein bläulicher Ton dem Roth der Lösung bei.
VI $^1/_{16000}$	bis *G* 83 *H*	*E* 52 *F* — *F* 4 *G* Absorptionsstreif gefärbt	—
VII $^1/_{32000}$	bis *H*	*E* 63 *F* — *T* Absorptionsstreif schwach	Schwach bläulich roth.

Das Hydrobilirubin ist demnach eine Substanz von sehr bedeutender Färbekraft.

Aus obiger Tabelle geht hervor, dass die Lichtabsorption in den einzelnen Regionen des Hydrobilirubinspektrums in der Richtung vom rothen gegen das violette Ende bei zunehmend stärkeren Verdünnungen untersucht werden muss. In einer Anzahl Spektralregionen wurde die Absorption bei 2, 3, selbst 4 verschiedenen Verdünnungen bestimmt. Dividirt man die Verdünnungszahl durch den

Bunsen'schen Exstinktionscoëffizienten (d. h. den negativen Logarithmen der Lichtstärke, welche übrig bleibt, nach dem Durchgang durch eine 1 C.-M. dicke Schicht der Lösung), so erhält man — s. meine Schrift über die Anwendung des Spektralapparates u. s. w. — das „Absorptionsverhältniss" als bequemsten Ausdruck der Absorptionsfähigkeit der einzelnen Spektralfarben. Die Spektralfarben verhalten sich in Bezug auf ihre Absorptionsfähigkeit umgekehrt wie deren „Absorptionsverhältnisse".

Absorptionsverhältnisse in den einzelnen Regionen des Absorptionsspektrums der weingeistig-wässerigen Hydrobilirubinlösung.

Spektralregion	Verdünnung	Lichtstärke	Exstinktionscoëffizient	Absorptionsverhältniss
jenseits *A*	0.002	etwa 0.61	0.21468	0.009317
A — *a*	„	0.53	0.27573	0.007254
a — *B* 22 *C*	„	0.25	0.60206	0.003322
B 22 *C* — *B* 77 *C*	„	0.17	0.76956	0.002599
B 77 *C* — *C* 15 *D*	„	0.12	0.92082	0.002072
C 15 *D* — *C* 65 *D*	0.001	0.22	0.65758	0.001520
C 65 *D* — *C* 90 *D*	„	0.106	0.97470	0.001026
C 90 *D* — *D* 11 *E*	„	0.56	1.25182	0.000799
D 11 *E* — *D* 30 *E*	0.0005	0.092	1.03622	0.0004825
D 30 *E* — *D* 50 *E*	„	0.068	1.16750	0.0004283
D 50 *E* — *D* 68 *E*	„	0.047	1.32791	0.0003765
D 68 *E* — *D* 87 *E*	„	0.039	1.40894	0.000355
D 87 *E* — *E* 8 *F*	0.0005	0.016	1.7959	0.0002849 } *M*=0.0002754
	0.00025	0.117	0.93182	0.0002660
E 8 *F* — *E* 26 *F*(*b*)	0.0005	etwa 0.007	2.1549	0.000232 } *M*=0.0002293
	0.00025	0.076	1.11919	0.0002234
	0.000125	0.29	0.53761	0.0002325
E 26 *F*(*b*) — *E* 45 *F*	0.000125	0.15	0.82391	0.0001517 } *M*=0.0001492
	0.0000625	0.375	0.42597	0.0001467
E 45 *F* — *E* 63 *F*	0.0000625	0.16	0.79588	0.0000785 } *M*=0.0000796
	0.00003125	0.41	0.3872	0.00008071
E 63 *F* — *F*	0.0000625	0.066	1.1805	0.00005297 } *M*=0.0000552
	0.00003125	0.286	0.5436	0.00005752
F — *F* 21 *G*	0.00003125	0.30	0.5229	0.00005976
F 21 *G* — *F* 44 *G*	0.0000625	0.25	0.6021	0.0001038 } *M*=0.0001027
	0.00003125	0.493	0.3072	0.0001017

Spektralregion	Verdünnung	Licht-stärke	Ex-stinktions-coëffizient	Absorptionsverhältniss	
F 44 *G* — *F* 65 *G*	0 000125	0.092	1.03622	0.0001205	*M*=0.0001181
	0.0000625	0.29	0.53761	0.0001163	
	0.00003125	0.542	0.26601	0.0001174	
F 65 *G* — *F* 87 *G*	0.000125	0.145	0.83864	0.0001491	*M*=0.0001494
	0.0000625	0.38	0.42022	0.0001487	
	0.00003125	0.62	0.2076	0.0001505	
F 87 *G* — *G* 10 *H*	0.000125	0.20	0.69897	0.0001788	*M*=0.0001809
	0.0000625	0.44	0.3526	0.0001773	
	0.00003125	0.68	0.1675	0.0001865	
G 10 *H* — *G* 35 *H*	0.000125	0.156	0.80688	0.0001549	*M*=0.0001550
	0.0000625	0.40	0.39794	0.0001571	
	0.00003125	0.625	0.20412	0.0001531	
G 35 *H* — *G* 60 *H*	0.00003125	0.52	0.2840	0.0001101	
G 60 *H* — *G* 83 *H*	„	0.45	0.3468	0.0000901	
G 83 *H* — *H*	„	Wegen geringer Lichtstärke nicht bestimmbar.			

Aus Voranstehendem geht hervor, dass die Absorption im äussersten Roth ihr Minimum zeigt, um ohne Unterbrechung allmälig zuzunehmen bis in die Region *E* 63 *F* — *F*, wo sie ihr Maximum erreicht. Von hier an nimmt die Absorption wieder etwas ab, um in Region *F* 87 *G* — *G* 10 *H* ein zweites, jedoch sehr geringes Minimum zu zeigen, während sie von *G* 10 *H* an bis zum violetten Ende allmälig wieder etwas zunimmt. Die stärkste Absorption (Absorptionsverhältniss 0.0000552) in *E* 63 *F* — *F* ist 169 mal grösser, als die geringste Absorption (Absorptionsverhältniss 0.009317) im äussersten Roth.

Zur ammoniakalischen Lösung wurden 0.018 Gramm Hydrobilirubin und 10 C.C.M. Ammoniakwasser verwendet. Die nachfolgende Tabelle gibt die Ausdehnung des Absorptionsspektrums für 7 verschiedene Concentrationen. Die linke Grenze dieses Spektrums reicht bei allen Concentrationen bis in das äusserste Roth, jenseits *A* und zwar bis zu einem noch etwas weiteren Abstand von *A*, als dies im Absorptionsspektrum der weingeistigen Lösung der Fall ist.

Verdünnung des Hydrobilirubin	Rechte Grenze des Absorptions-spektrums	Grenzen des Absorptionsstreifens
I 0.0018	*D* 87 *E*	—
II 0.0009	*E* 18 *F*	—
III 0.00045	*E* 18 *F*	—
IV 0.000225	*E* 18 *F*	Im Blau sind schwache Farbspuren bemerklich, die rechte Grenze des Absorptionsstreifens ist nicht bestimmbar.
V 0.0001125	*G* 60 *H*	*E* 18 *F* bis etwa *E* 63 *F*. Die rechte Grenze des Absorptionsstreifens ist verwaschen.
VI 0.00005625	bis fast *H*	*E* 18 *F* — *E* 63 *F*.
VII 0.000028125	bis *H*	Streif schwach und schlecht begrenzt.

Die concentrirteste Lösung ist schön dunkelrothbraun; mit zunehmender Verdünnung geht die Farbe in braunroth, rothgelb und harngelb über. Die verdünnteste Lösung zeigt ausserdem einen schwach bläulichen Anflug.

Absorptionsverhältnisse in den einzelnen Regionen des Absorptionsspektrums der ammoniakalischen Hydrobilirubinlösung.

Spektralregion	Verdünnung	Lichtstärke	Extinktionscoëffizient	Absorptionsverhältniss	
jenseits *A*	0.0018	0.85	0.07059	0.02550	
A — *B* 77 *C*	„	0.77	0.11351	0.01597	
B 77 *C* — *C* 15 *D*	„	0.45	0.34679	0.005194	
C 15 *D* — *C* 40 *D*	„	0.32	0.49483	0.003613	
C 40 *D* — *C* 65 *D*	„	0.185	0.73283	0.002458	
C 65 *D* — *C* 90 *D*	„	0.077	1.11351	0.001618	
C 90 *D* — *D* 11 *E*	„	0.0419	1.37779	0.001307	
D 11 *E* — *D* 30 *E*	0.0018	0.0275	1.56067	0.001154	*M*=0.001162
	0.0009	0.17	0.76956	0.001169	
D 30 *E* — *D* 50 *E*	0.0018	0.0209	1.76986	0.001072	*M*=0.001038
	0.0009	0.127	0.89620	0.001004	

Spektralregion	Verdünnung	Licht-stärke	Ex-stinktions-coëffizient	Absorptionsverhältniss
D 50 *E* — *D* 60 *F*	0.0009	0.091	1.04096	0.000865
D 60 *E* — *D* 87 *E*	0.0009	0.69	1.16116	0.000775
D 87 *E* — *E* 8 *F*	0.00045	0.096	1.01773	0.000442 } *M*=0.000438
	0.000225	0.303	0.51856	0.000434
E 8 *F* — *E* 18 *F*	0.000225	0.103	0.98719	0.000227 } *M*=0.000214
	0.0001125	0.297	0.52726	0.000213
	0.00005625	0.54	0.26601	0.000211
E 18 *F* — *E* 63 *F*	0.0001125	0.044	1.35164	0.0000832 } *M*=0.0000826
	0.00005625	0.208	0.69225	0.0000812
	0.000028125	0.46	0.33725	0.0000834
E 63 *F* — *E* 80 *E*	0.0001125	0.063	1.99929	0.0000938 } *M*=0.0000912
	0.00005625	0.232	0.63452	0.0000885
E 80 *F* — *F*	0.0001125	0.81	1.09152	0.0001031 } *M*=0.0001018
	0.00005625	0.276	0.55910	0.0001006
F — *F* 19 *G*	0.0001125	0.113	0.94693	0.0001188
F 10 *G* — *F* 21 *G*	„	0.146	0.83565	0.0001346
E 21 *G* — *F* 32 *G*	„	0.169	0.77212	0.0001457
F 32 *G* — *F* 44 *G*	„	0.221	0.65561	0.0001716
F 44 *G* — *F* 65 *G*	0.0001125	0.228	0.64207	0.0001752 } *M*=0.0001735
	0.00005625	0.46	0.32725	0.0001719
F 65 *G* — *F* 87 *G*	0.00002625	0.52	0.28400	0.0001981
F 87 *G* — *G* 10 *H*	„	0.49	0.30981	0.0001816
G 10 *H* — *G* 35 *H*	„	0.42	0.37676	0.0001493 } *M*=0.0001498
	0.000028125	0.65	„	0.0001503
G 35 *H* — *G* 60 *H*	0.00002625	0.463	0.3344	0.0001682 } *M*=0.0001698
	0.000028125	0.605	0.16431	0.0001715
G 60 *H* — *G* 83 *H*	„	etwa 0.72	0.1426	0.000197

Die Kurve, welche die Stärke der Absorption im Spektrum der ammoniakalischen Lösung des Hydrobilirubin darstellt, bietet im Grossen und Ganzen manche Analogieen mit der entsprechenden Kurve der spirituösen Lösung unseres Körpers. Die Absorption zeigt ein Minimum im äussersten Roth jenseits *A*, sie nimmt dann immer mehr zu, um zwischen *E* 18 *F* und *E* 63 *F* ihr Maximum zu erreichen; von da an sinkt die Absorption wieder etwas, zeigt ein zweites geringes Minimum zwischen *F* 65 *G* — *F* 87 *G*, steigt sodann wieder bis zu einem Maximum zwischen *G* 10 *H* — *G* 35 H,

um gegen *H* hin wieder etwas abzunehmen. Die maximale Absorption in *E* 18 *F* — *E* 63 *F* ist ungefähr 300 mal stärker, als die minimale im äussersten Roth.

Die Stelle des Absorptionsmaximums (entsprechend dem charakteristischen Absorptionsband) ist, wie bereits Maly angibt, im Spektrum der ammoniakalischen Lösung „etwas nach links gerückt“. Sie liegt bei der ammoniakalischen Lösung zwischen *E* 18 *F* — *E* 63 *F*, bei der wässerig-spirituösen zwischen *E* 63 *F* — *F*. Desgleichen liegt das zweite Absorptionsminimum in der ammoniakalischen Lösung zwischen *F* 65 *G* — *F* 87 *G*, in der spirituösen aber zwischen *F* 87 *G* — *G* 10 *H*.

Die Absorption ist in der ammoniakalischen Lösung fast in sämmtlichen Bezirken des Spektrums geringer, als in der spirituösen Lösung, d. h. die Absorptionsverhältnisse zeigen im ersteren Falle höhere Werthe. Zwischen dem äussersten Roth bis *E* 18 *F* ist das Absorptionsverhältniss in den Einzelnregionen des Spektrums 2.7 bis 1.6 mal grösser, als im Absorptionsspektrum der spirituösen Lösung. Desgleichen zwischen *E* 63 *F* bis *F* 87 *G* und zwischen *G* 35 *H* — gegen *H*, wo es 1.3 bis 2.3 mal höhere Werthe annimmt. Blos zwischen *E* 45 *F* und ferner zwischen *F* 87 *G* — *G* 35 *H* ist die Absorption gleich in beiden Spektren, wogegen endlich in *E* 18 *F* — 45 *F* die Absorption um etwa 2/3 stärker ist in der ammoniakalischen Lösung. Dem entspricht auch die Thatsache, dass die rechte Farbengrenze des Absorptionsspektrums dieser Lösung bei sehr verschiedenen Concentrationen (zwischen 0.0009 bis 0.00022) ihren Ort hartnäckig behauptet.

In meiner jüngst erschienenen Schrift über die Anwendung des Spektralapparates u. s. w. bemerkte ich, dass die bis jetzt von mir photometrisch untersuchten Absorptionsspektren des normalen Harns das Jaffé-Maly'sche Pigment nicht enthielten. Meine damaligen Untersuchungen mussten sich freilich auf wenige Harnproben beschränken.

Von fünf Fieberharnen, die mir aus dem hiesigen akademischen Krankenhaus unlängst überschickt wurden, enthielten 3 Hydrobilirubin. Das Pigment fehlte im Harne bei einer subakuten Miliartuberkulose der Lungen und gleichzeitigem hohen Fieber (40.5° C.)

und bei einem Typhuskranken mit heftigem Fieber (41.7° C. während der Exacerbation) und zugleich profuser Harnsekretion.

Dagegen war das Pigment im Harn enthalten 1) in einem Fall von Insufficienz der Mitralis, mit beträchtlicher Leberschwellung und mässigem Icterus. Der charakteristische Streif war im Absorptionsspektrum dieses Harnes schon bei einer 1 C.-M. dicken Schicht der Flüssigkeit sehr deutlich; zugleich aber konnte ich schon auf den ersten Blick erkennen, dass die blaue Region rechts vom Absorptionsstreifen bei weitem nicht so lichtstark war, als in einer Hydrobilirubinlösung von ungefähr gleicher Stärke des Absorptionsbandes. Daraus geht mit Sicherheit hervor, dass neben dem Hydrobilirubin noch ein anderer Farbstoff in diesem Harn enthalten sein musste. Leider konnte ich die photometrische Untersuchung dieses Harnes nicht vornehmen.

2) Im dunkelgelben Harn einer extrem abgemagerten 61jährigen Kranken, die an Carcinoma ventriculi und febriler Pneumonie litt.

3) In einem Fall von Rheumatismus acutus mit hohem Fieber und starker Schweisssekretion. Der Harn hatte eine rothgelbe Farbe.

Die Absorptionsspektren beider letztgenannten Harne wurden in den für das Hydrobilirubin besonders charakteristischen Regionen photometrisch untersucht. Die Lichtschwächung im Blau und Violett war so bedeutend, dass die Dicke der zu untersuchenden Harnschicht blos 1 C.-M. betragen durfte.

Die Farbengrenze des Absorptionsspektrums reichte in Fall 2 bis F 65 G, also ungefähr bis zur Farbengrenze einer wässerig-weingeistigen Hydrobilirubinlösung von $^1/_{8000}$ Gehalt (s. die erste Tabelle). Die Absorptionsstreifen reichten in beiden Fällen (2 und 3) von E 63 F bis F; diese Breite entspricht der Breite des Absorptionsstreifens (s. oben) der wässerig-weingeistigen Hydrobilirubinlösung von $^1/_{32000}$ Gehalt. Diese letztere Lösung hat aber einen bläulichrothen Farbenton, da sie, wie wir gefunden haben, eine nicht unbedeutende Menge blaues Licht durchlässt. Unsere Hydrobilirubin enthaltenden Fieberharne zeigten jedoch diesen bläulichen Anflug nicht, so dass schon hieraus, sowie aus der Farbengrenze und der Breite des Absorptionsstreifens auf die Anwesenheit min-

destens eines zweiten Harnfarbstoffes geschlossen werden musste. Daraus folgt aber auch, dass das Verhältniss der Lichtstärken resp. Exstinktionscoëffizienten in den Einzelnregionen des Spektrums dieser Fieberharne ein anderes sein muss, als in einer reinen Hydrobilirubinlösung. Um die Erscheinungen der Lichtabsorption besser würdigen zu können, sind in nachfolgender Tabelle die Absorptionswerthe für einen concentrirten Normalharn (ohne Hydrobilirubingehalt) und für eine Hydrobilirubinlösung von bestimmtem Gehalt beigefügt.

<table>
<tr><th rowspan="3">Spektralregion</th><th colspan="4">Absorptionsspektren v. Hydrobilirubin enthaltenden Harnen</th><th colspan="2" rowspan="2">Normaler concentrirter Nachtharn</th><th colspan="2" rowspan="2">Hydrobilirubinlösung von 0.00003125 Geh.</th></tr>
<tr><th colspan="2">Carcinom & Pneumonie</th><th colspan="2">Rheumat. acutus</th></tr>
<tr><th>Lichtstärke</th><th>Exstinktionscoëffizient</th><th>Lichtstärke</th><th>Exstinktionscoëffizient</th><th>Lichtstärke</th><th>Exstinktionscoëffizient</th><th>Lichtstärke</th><th>Exstinktionscoëffizient</th></tr>
<tr><td>E 63 F — E 80 F</td><td>0.234</td><td>0.63074</td><td>0.175</td><td>0.75697</td><td>0.735</td><td>0.1339</td><td rowspan="2">0.286</td><td rowspan="2">0.5436</td></tr>
<tr><td>E 80 F — F</td><td>0.195</td><td>0.70995</td><td>0.117</td><td>0.93182</td><td>0.703</td><td>0.1530</td></tr>
<tr><td>F — F 21 G</td><td>0.156</td><td>0.80688</td><td>0.111</td><td>0.95468</td><td>0.640</td><td>0.1938</td><td>0.30</td><td>0.5229</td></tr>
<tr><td>F 21 G — F 44 G</td><td>0.139</td><td>0.85699</td><td>0.169</td><td>0.77212</td><td>0.626</td><td>0.2038</td><td>0.498</td><td>0.3072</td></tr>
<tr><td>F 44 G — F 65 G</td><td>0.088</td><td>1.05552</td><td>0.170</td><td>0.76956</td><td>0.530</td><td>0.2757</td><td>0.542</td><td>0 26601</td></tr>
</table>

Im Absorptionsspektrum des normalen Harns nimmt die Absorption vom Roth bis zum Violett immer mehr zu; im Hydrobilirubinspektrum nimmt sie, wie wir wissen, zu vom Roth bis zur Fraunhofer'schen Linie F, von wo an sie wieder abnimmt, um schliesslich von G 10 H an bis H. wieder zuzunehmen. Im ersten Fieberharn nimmt, wie die Zahlen der Tabelle zeigen, die Absorption zu von E 63 F — F 65 G, ein Verhalten, das dem gewöhnlichen Harn entspricht; im zweiten Fieberharn aber nimmt sie wieder ab von F 21 G an; aber sie nimmt erst später ab, als in der Hydrobilirubinlösung. Diese Thatsachen unterstützten des Weiteren den Schluss, dass neben Hydrobilirubin mindestens noch ein zweiter Farbstoff im Harn enthalten sein muss und dass im Fall 3 der Antheil des Hydrobilirubin grösser ist als im Fall 2.

Die Spektralanalyse ist, wie ich a. a. O. Seite 52 gezeigt habe, im Stande, zwei, in einer Lösung enthaltene, gefärbte Körper quan-

titativ bestimmen zu können, wenn das „Absorptionsverhältniss" jedes derselben in mindestens zwei Spektralregionen ein für allemal bestimmt worden ist. Diese letztere Bestimmung kann aber nur an einer Lösung des Farbstoffes von bekanntem Gehalt angestellt werden.

Man kann aber auch bei Ermangelung einer solchen Normallösung von bekanntem Gehalt Farbstofflösungen wenigstens in Bezug auf ihren relativen Gehalt nach meiner Methode der quantitativen Spektralanalyse untersuchen, wie ich z. B. an normalen Harnen verfuhr, deren Farbstoff bisher nicht isolirt wurde und schwerlich jemals in einer für die Wage genügenden Menge isolirt werden kann.

Der relative Farbstoffgehalt solcher Harne geht unmittelbar aus der Messung der übrigbleibenden Lichtstärke in einem und demselben sensibelen Bezirke ihres Absorptionsspektrums hervor. Die betreffenden Exstinktionscoëffizienten sind also die Ausdrücke für den relativen Gehalt an Farbstoff. Dabei wird selbstverständlich vorausgesetzt, dass der fragliche Farbstoff in allen Fällen seine Natur nicht verändert hat; aber auch der Nachweis der Constanz des Farbstoffes lässt sich leicht erbringen — und ist das ein nicht zu unterschätzender Vorzug der quantitativen Spektralanalyse — indem das Verhältniss der Exstinktionscoëffizienten der mit einander zu vergleichenden Harne in einigen (etwa 2—4) Spektralregionen im Falle der Constanz des Farbstoffes ebenfalls constant bleiben muss. Verhalten sich also die Exstinktionscoëffizienten zweier Harne in der Spektralregion *a* z. B. wie 1 : 1.2, so wird dasselbe Verhältniss in der Spektralregion *b* wiederkehren müssen, falls beide Harne einen und denselben Farbstoff, jedoch in verschiedenen Antheilen, enthalten.

Wenn endlich in einer Flüssigkeit zwei Farbstoffe vorkommen, aber nur von einem derselben die „Absorptionsverhältnisse" in den einzelnen Spektralregionen bekannt sind, während von dem andern blos die relativen Mengen bestimmt werden können, so muss sich die Spektralanalyse selbstverständlich begnügen, von dem ersten Farbstoff den absoluten, von dem zweiten aber blos den relativen Gehalt nachzuweisen. Wenn also in unseren beiden Fieberharnen

neben Hydrobilirubin der gewöhnliche normale Harnfarbstoff vorkäme, so wäre durch die Spektralanalyse von dem ersteren die absolute, von dem zweiten aber nur die relative Menge bestimmbar (nach den Seite 52 meiner mehrerwähnten Schrift gegebenen Gleichungen). Mein Versuch, unter der Voraussetzung des Vorkommens des gewöhnlichen Harnfarbstoffes in den genannten Fieberharnen, die absoluten Mengen Hydrobilirubin, sowie die relativen Antheile normalen Harnfarbstoffes aus den gemessenen Exstinktionscoëfficienten dieser Fieberharne zu berechnen, führte aber zu keinem Ziele. Es stellte sich heraus, dass der zweite Harnfarbstoff (wenn nicht gar mehrere solcher Farbstoffe zugleich vorhanden sind) andere, sowie auch kräftigere, lichtabsorbirende Eigenschaften haben muss, als der Normalharnfarbstoff, wie schon aus dem Umstand hervorgeht, dass diese Harne schon in einer 1 C.-M. dicken Schicht stark lichtabsorbirend wirkten, während man selbst concentrirte Normalharne in einer Schicht von mehreren Centimetern Dicke untersuchen muss, um wirksame und gut messbare Absorptionen zu erhalten. Die nächste Aufgabe muss also darin bestehen, die Spektren hochgestellter Fieberharne, welche kein Hydrobilirubin enthalten, photometrisch zu untersuchen; dann erst wird sich entscheiden lassen, in welchem Verhältniss das in diesen enthaltene Pigment zu dem normalen Harnfarbstoff steht.

Zweiter Beitrag zur Physiologie des Wassers.

Von

Dr. F. A. Falck

in Marburg.

(Hierzu Tafel I.)

A. Nachtrag zu meinem ersten Beitrag zur Physiologie des Wassers.

In meinem ersten Beitrag zur Physiologie des Wassers vermochte ich nur mit einem Versuche zu beweisen, dass gesunde kräftige Hunde durch fortgesetzte Infusionen von blutwarmem Wasser getödtet werden können. Diese Argumentation war, darüber ist kein Zweifel, auf das äusserste Maass reduzirt, also kaum genügend. Dieses wohl einsehend war ich seit der Absendung meines ersten Beitrags darauf bedacht, noch weitere derartige Versuche anzustellen. Leider konnte ich bis jetzt nur einen zu einem solchen Versuche völlig geeigneten Hund acquiriren und mit diesem habe ich den ersten Versuch wiederholt. Ich will das Protokoll des neuen Versuchs mit Fortführung der Nummern meines ersten Aufsatzes als 23. Versuch hier mittheilen. Es lautet also:

Dreiundzwanzigster Versuch.

22. Oktober 1872.

Weiblicher 18700 Grmm. schwerer Hund (Hektor).

Zeit		Nr.	
10^h 6^m	:	1.	Einspritzung von 37° C. warmem destillirtem Wasser durch eine Oeffnung der Vena jugularis externa dextra.
$7^1/_2$	:	2.	Einspritzung.
9	:	3.	„ Der Hund zittert (wahrscheinlich aus Angst).
10^h 10^m	:	4.	„
11	:	5.	„
$12^1/_2$	:	6.	„
14	:	7.	„
$14^1/_2$	:	8.	„
$15^1/_2$	:	9.	„

Zeit				
$10^h\ 16^m$	:	10.	Einspritzung.	
17	:	11.	„	
$17^1/_2$	:	12.	„	
18	:	13.	„	
19	:	14.	„	
20	:	15.	„	Pupillen sehr weit.
21	:	16.	„	Der Hund zittert nicht mehr.
22	:	17.	„	
23	:		„	Der Hund liegt noch muskelkräftig, etwas zitternd mit sehr weiten Pupillen auf dem Tische. Nasenlöcher sind sehr feucht. Bis jetzt sind 2080 Cc. blutwarmes Wasser infundirt.
25	:	18.	„	
26	:	19.	„	
27	:	20.	„	
28	:	21.	„	
29	:	22.	„	Der Nasenfluss beginnt jetzt.
30	:	23.	„	Herzschlag sehr unregelmässig.
31	:	24.	„	
$31^1/_2$	:	25.	„	
33	:	26.	„	
34	:		„	Der Hund bricht unter starkem Würgen Fleisch und andere Stoffe aus.
$36^1/_2$	:	27.	„	
37	:	28.	„	
$37^1/_2$	:	29.	„	
38^m	:	30.	„	Der Rest von 3300 Cc. Wasser.
40	:		„	Hat eine starke Leibesentleerung.
45	:		„	Der Hund liegt auf dem Tische, aus der Nase tropft Flüssigkeit ab.
$46^1/_2$	:	31.	„	
47	:	32.	„	
48	:	33.	„	
49	:	34.	„	Der Hund winselt.
50	:	Respiration unterdrückt, schnappt nach Luft; Herzschlag sehr frequent, rappelnd; Pupillen bis zum äussersten erweitert. Adynamischer Zustand.		
$10^h\ 52^m$	:	Der Hund ist jetzt todt. — Infundirt wurden im Ganzen 3900 Cc. blutwarmes Wasser. Das Gewicht des Hundes beträgt jetzt 22070 Grmm.		
$11^h\ 0^m$	:	Beginn der Sektion.		

Die Hirnhäute sind sehr blutreich; die Durchschnitte des Gehirns zeigen keine Blutpunkte.

Die Muskeln des Brustkorbs zucken beim Durchschneiden noch sehr lebhaft; der Triangularis sterni ist braunroth gefärbt.

Der Herzbeutel enthält nur sehr wenig helle Flüssigkeit. Das Herz ist im

Allgemeinen sehr ausgedehnt, die Kranzgefässe sind injicirt. Das rechte Herz enthält eine grosse Menge dünnflüssiges dunkelrothes Blut, welches auf dem Tische liegend mit der Zeit scharlachroth wird. Das linke Herz enthält nur wenig theils geronnenes, theils flüssiges, überall dunkelrothes Blut.

Auch die Aorta ist mit dunkelrothem Blute versehen.

Die Lungen sind ziemlich ausgedehnt, ziemlich entwickelt. Sie sehen marmorirt aus und zeigen einen bunten Wechsel von weissen und rothen Farben. Die Durchschnitte der Lungen erwiesen sich sehr blutreich, das Gewebe ist fest.

Die Luftröhre enthält ziemlich viel blutig gefärbten Gischt.

Bei der Oeffnung der Bauchhöhle zeigt sich etwas blutig seröse Flüssigkeit.

Die Leber ist dunkelkirschroth gefärbt und sehr blutreich; die Gallenblase strotzend gefüllt.

Die Milz ist sehr gross, schieferblau gefärbt, sehr blutreich und lässt eine runzelige Beschaffenheit erkennen.

Das Pancreas ist weiss.

Der Magen bietet nichts bemerkenswerthes; er enthält sehr viel Luft nebst etwas gallig gefärbter Flüssigkeit. Die Magenhäute sind weiss.

Der Dünndarm ist ziemlich contrahirt, weiss, frei von injicirten Gefässen; die Höhle desselben enthält schmierige Massen. Die Schleimhaut ist grösstentheils injicirt; die Injektion ist am stärksten im Duodenum, schneidet aber am Pylorus scharf ab.

Das Coecum enthält einige schmierige Massen.

Der Dickdarm ist aussen weiss, nicht contrahirt, sondern dilatirt und schlaff. Die Höhle ist leer, die Schleimhaut weiss.

Die Nieren sind blassroth, aber sehr blutreich.

Die Harnblase ist ganz contrahirt und leer.

Der Uterus ist ungeschwängert.

Man wird zugestehen müssen, dass die Ergebnisse des 1. und 23. Versuches im Wesentlichen übereinstimmen. Die Vergleichung der einschlägigen Protokolle lässt darüber keinen Zweifel. Auch die folgende Uebersichtstafel steht in Harmonie mit dieser Auffassung. Ich will hinzufügen, dass sich beide Versuche auf Wasser von 37° C. beziehen.

Nro. der Versuche	Körpergewicht der Hunde in Kilogrm.:		Zunahme des Körpergewichts der Hunde in Grmm.	Procent. Zunahme der Hunde.	Menge des infundirten Wassers in Cc.	In welcher Zeit starben die Hunde?	Wie viel Cc. Wasser wurden jedem Kilogrmm. Hund zugewendet?
	zu Anfang des Versuchs.	zu Ende des Versuchs.					
1	22.71	27.29	4580	20.16	5000	56 Min.	220
23	18.7	22.07	3370	18.02	3900	46 „	209

Zur Bildung von ganz generellen Sätzen genügt weder diese noch die früher (d. Zeitschr. Bd. VIII S. 396) mitgetheilte Tabelle. Dazu bedarf es eines weit ausgiebigeren, eines viel bedeutenderen Materials. Nur mit ein paar Worten möchte ich darauf aufmerksam machen, dass auch dem Wasser gegenüber von einer Dosis letalis gesprochen werden darf und dass die Temperatur auf die Grösse derselben von Einfluss ist. Auch möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass fortgesetzte Wasserinfusionen das Körpergewicht immer beeinflussen und dass die in Prozenten des ursprünglichen Körpergewichts, des sogen. Eingangsgewichts ausgedrückte Gewichtszunahme um so bedeutender ist, je mehr die Temperatur des benutzten Wassers mit der des Blutes übereinkommt. Endlich wird hervorzuheben sein, dass die Wasserinfusionen um so gefährlicher sind, je grösser die Einspritzungen sind und je mehr die Temperatur des injicirten Wassers von der des Blutes abweicht.

In meinem ersten Beitrage zur Physiologie des Wassers musste ich eine Erklärung darüber geben, wesshalb die Infusion grösserer Mengen blutwarmen destillirten Wassers den Lebensprozess der Hunde, überhaupt der Thiere, aufhebt. Ich wagte dabei die Behauptung, dass der Hund des ersten Versuchs nicht gestorben sein würde, wenn ihm statt 5000 Cc. blutwarmen Wassers ebensoviel blutwarmes defibrinirtes arterielles Hundeblut infundirt worden wäre. Diese Behauptung wurde von Seiten der sehr geehrten Redaktion dieser Zeitschrift mit einem Fragezeichen versehen, welches mich veranlasste, meine Behauptung nochmals der ernstesten Prüfung zu unterziehen. Ich glaubte desshalb einen Versuch anstellen zu müssen, über den ich jetzt berichten möchte.

Vierundzwanzigster Versuch.

8. Januar 1873.

Weiblicher 6500 Grmm. schwerer Hund.

Da ich für diesen Hund nicht so viel Hundeblut beschaffen konnte, um auf jedes Kilogramm desselben eine Infusion von 220 Cc. Blut ausführen zu können, so wählte ich statt Hundeblut Kuhblut.

Um 9h 30m wurde in der Nähe des pharmakologischen Instituts eine gesunde Kuh gewerbemässig geschlachtet. Das dabei abfliessende Blut wurde in einem reinen Blechgefässe aufgefangen, alsbald gequirlt, von massenhaft auftretendem Faserstoff befreit und ungesäumt in das Laboratorium des pharmakologischen Instituts gebracht. Hier wurde es alsbald auf mehrere zurecht gestellte leinene, mit destillirtem Wasser angefeuchtete Colatorien gebracht und in die darunter aufgestellten Bechergläser geseiht. In dem Maasse wie das Kuhblut ablief, wurde es in einem 50 Cm. hohen 11 Cm. weiten Glascylinder gesammelt. Nach Einbringung von 600 Cc. colirten Blutes wurde der Cylinder in der Nähe eines mit Sauerstoff gefüllten Gasometers aufgestellt und die mit einem Gummischlauch in Verbindung gesetzte Gasleitungsröhre in die Blutsäule versenkt. Dann wurde das Gasometer so regulirt, dass das Sauerstoffgas vom Boden des Cylinders aus durch das Blut emporgehen musste.

Es musste recht viel Sauerstoffgas durchgeleitet werden, bevor das Blut ganz scharlachroth wurde. Nachdem es diese Farbe annähernd angenommen hatte, wurde das Blut in eine verschliessbare Glasflasche gegossen, darin nochmals mit Sauerstoff imprägnirt und stark geschüttelt. Es wurde jetzt ganz scharlachroth.

In analoger Weise wie diese erste Portion wurden noch 2 andere Portionen Blut von je 600 Cc. Umfang mit Sauerstoff erfüllt und so in arterielles Blut verwandelt.

Die 3 Portionen Blut wurden endlich zusammengegossen und da viel Schaum darauf stand, so wurde mittelst eines gläsernen Hebers das flüssige Blut von dem darüber schwebenden Schaume getrennt. Das flüssige Blut wurde jetzt in einen engen hohen Glascylinder gebracht und dieses Gefäss in einem weiten und höhern Gefässe vorsichtig versenkt. Der Zwischenraum zwischen den Wänden der beiden Cylinder wurde mit Hülfe eines tief versenkten Trichters mit Wasser von + 40° C. ausgefüllt. Die Temperatur des Blutes wurde mit einem guten Thermometer controlirt. Als es die Temperatur von 37° C. angenommen hatte, wurde es für tauglich zur Infusion erklärt und diese darauf nach allen Regeln der Kunst an dem auf dem Operationstische befestigten Hunde ausgeführt.

Was bei diesen Infusionen bemerkt wurde und was später zur Beobachtung kam, wurde in folgendes Protokoll aufgenommen.

11h 37m : 1. Einspritzung durch eine künstlich bewirkte Oeffnung der Vena jugularis externa sinistra.
Der Hund entleert während der Infusion Urin.

42m : 2. Einspritzung. Der Hund liegt ganz ruhig. Er erträgt die Operation ganz gut.

49m : 3. „ Ruhiges Verhalten des Hundes.

55 : 4. „ des Restes von 500 Cc. scharlachrothem Blut. — Der Hund verhält sich ganz ruhig, nicht einmal die Respiration ist vermehrt. Das ersichtliche, aber nur schwache Zittern der Muskeln rührt wohl nur von Angst her.

12h 4m : 5. „

10m : 6. „ Bis jetzt liegt der Hund noch immer ganz ruhig.

$12^h\ 18^m$:	7. Einspritzung.	Dabei findet eine Kothentleerung statt.
20^m :	"	Der Hund fängt an zu würgen und bricht endlich eine grosse Menge von Fleisch und Schleim aus dem Magen aus.
22^m :	8. "	des Restes der 2. Portion von 500 Cc. Der Hund liegt ruhig da, sein Zustand ist abgesehen von dem eingetretenen Erbrechen zufriedenstellend.
27^m :	9. "	Während derselben tritt wiederum Erbrechen ein und es werden gelbe gallige Stoffe ausgeleert. Die Respiration zeigt sich jetzt etwas beschleunigt.
33 :	10. "	
35^m :	"	Der Hund beginnt wieder zu würgen und leert endlich gallige Stoffe aus. Auch führt er dünne, stark stinkende Stoffe durch den After ab.
36^m :	11. "	Dabei wird der Rest der 3. 425 Cc. betragenden Portion Blutes aufgewendet.

Da der Hund jetzt für jedes Kilogramm seines Eingangsgewichtes 219 Cc. scharlachrothes Kuhblut empfangen hat, so wird die perforirte Drosselader unterbunden, die am Halse befindliche Wunde geschlossen und das Thier auf freien Fuss gesetzt. Es läuft jetzt im Zimmer herum und entleert erst etwas Urin, dann etwas Koth.

Nachdem diese Entleerungen stattgefunden, wurde der Hund wiederum gewogen. Auf Grund dieses Ergebnisses der Wägung und der frühern darf folgende Bilanz aufgestellt werden.

Eingangsgewicht des Hundes	= 6500 Grm.
Eingespritzte Blutmenge = 1425 Cc.	= 1500 "
Summa	= 8000 Grm.
Endgewicht des Hundes	= 7460 "
Deficit	= 540 " , welche

auf Erbrochenes, Faeces, Urin etc. zu rechnen sind.

Nachdem der Hund längere Zeit im Zimmer herumgelaufen war, wurde er veranlasst, sich auf ein zurechtgemachtes Lager hinter dem warmen Ofen zur Ruhe zu begeben. Eine schlimme Prognose bezüglich des Fortbestandes des Lebens zu stellen war kein Grund vorhanden. Das Thier wurde desshalb und wegen vorgerückter Tageszeit verlassen und nicht weiter beobachtet. Als es am folgenden Morgen wieder besucht wurde, lag es als Leiche in dem kalten Zimmer. Bei der Sektion desselben wurde Folgendes aufgeschrieben:

9. Januar 1873.

$9^h\ 30^m$: Beginn der Sektion:

Hirnhäute ziemlich blutreich. Die Hirnsubstanz selbst bietet auf den Durchschnitten gar keine Blutpunkte.

Muskeln braunroth, blutreich.

In der Brusthöhle findet sich kein Exsudat.

Das rechte Herz ist schlaff, die Höhle enthält schwarzrothes flüssiges Blut und einige Gerinnsel. Das linke Herz enthält auch dunkles flüssiges Blut.

Die Lungen sind collabirt, in vollster Exspirationsstellung; nur die Spitzen beider Lungen sind emphysematös. Die untern Lappen sind blauroth gefärbt und sehr blutreich. Lungenödem ist nirgends zu finden. Die Färbung der emphysematösen Stellen ist hochroth. In den Lungen finden sich zahlreiche Ecchymosen.

Trachea weiss, wegsam, ohne Gischt.

Beim Oeffnen des Unterleibs findet sich eine grosse Menge dunkles flüssiges Blut.

Leber dunkelkirschroth, sehr blutreich.

Gallenblase strotzend gefüllt.

Das ganze Pankreas bildet eine grosse hämorrhagische Masse. Die Hämorrhagie ist im intrasinösen Bindestoff ausgebreitet.

Milz schwarzroth, weich, voluminös, blutreich.

Der Magen ist contrahirt, die Höhle enthält blutigen Schleim. Die äussern Häute des Magens bieten Bilder starker Hämorrhagien, sowohl vorn als hinten. Einzelne Zweige der Coronariae scheinen wirkliche Thrombi zu enthalten. Die Schleimhaut ist ziemlich weiss, jedoch mit unzähligen ecchymotischen Flecken versehen.

Die Schleimhaut des Dünndarms ist völlig hämorrhagisch, sie sieht wie mit Carmin bestrichen aus. Die Hämorrhagie reicht durch den ganzen Dünndarm bis zum Coecum, nimmt jedoch von oben nach unten ab. Der Dünndarm enthält etwas blutigen Schleim.

Der Dickdarm ist aussen ziemlich weiss, enthält rothen Schleim. Die Schleimhaut ist auch hämorrhagisch, jedoch weniger als im Dünndarm; es sind vorzugsweise hämorrhagische Striae.

Die Nieren sind sehr blutreich.

Die Harnblase ist contrahirt.

Um mich bei der epikritischen Besprechung des 24. Versuches nicht zu lange aufzuhalten, stelle ich in ein paar nummerirten Sätzen die Thatsachen zusammen, die ganz besonders erwogen werden müssen.

1) Der Hund des 24. Versuches starb nicht auf dem Operationstische, nicht unmittelbar nach der Infusion von 1425 Cc. (219 Cc. auf jedes Kilogramm Hund) scharlachrothem Kuhblut, sondern auffallend später, aber doch in Zeit von weniger als 24 Stunden nach der Infusion.

2) Die Hunde des 1. und 23. Versuchs starben beide auf dem Operationstische, unmittelbar nach der Infusion von 5000 (220 Cc. auf jedes Kilogramm) bez. 3900 Cc. (209 Cc. auf jedes Kilogramm) blutwarmes Wasser.

3) Das Verhalten des Hundes des 24. Versuches auf dem Operationstische während der Blutinfusion war ziemlich anders als das Verhalten der beiden andern Hunde an demselben Orte. Die mit Wasserinfusionen traktirten Hunde athmeten zunehmend schwieriger, wurden nachgerade cyanotisch, schnappten nach Luft, expulsirten viel Wasserdampf und starben endlich. Der mit Blutinfusion verfolgte Hund wurde weder cyanotisch, noch luftschnappend, noch dyspnoisch, hatte aber wie die andern Hunde mehrmaliges recht auffallendes Erbrechen.

Ich habe die Absicht, den 24. Versuch später zu wiederholen und zwar in einer Weise, die jeden Zweifel über seine Beweiskraft ausschliessen muss.

Ich werde die Dosis letalis des blutwarmen destillirten Wassers zunächst an gesunden kräftigen Kälbern feststellen und wenn dies geschehen ist, andern Kälbern so viel geschlagenes scharlachrothes Kalbs- oder Ochsenblut infundiren, als die Dosis letalis des Wassers fordert. Bevor diese höchst kostspieligen Versuche nicht angestellt sein werden, wird die Beweiskraft des 24. Versuches, den ich soeben besprach, immer einige Zweifler finden. Ich mache mir darüber keine Illusion.

B. Der eigentliche zweite Beitrag.

Ich möchte in demselben das Verhalten des Wassers im Darm, insonderheit im Darm des Hundes erörtern. Die Lösung dieser Anfgabe scheint auf den ersten Blick leicht zu sein, in Wahrheit ist sie schwierig genug. Ich bin schon zufrieden, wenn es mir gelingt, einige präzis gestellte Fragen exakt zu behandeln. Unter Fortsetzung der Nummern des ersten Beitrags werde ich einige neue Fragen aufwerfen und es soll mich freuen, wenn später zugestanden wird, dass die Beantwortung derselben gelang. Eine übersichtliche Zusammenstellung der hier zu beantwortenden Fragen nimmt zu viel Raum in Anspruch, als dass ich mich darauf einlassen möchte. Ich werde die zu erörternden Fragen einzeln aufführen und muss es dem geneigten Leser überlassen, sich durch Umschlagen der Blätter eine Uebersicht zu verschaffen.

VI. Wie verhält sich die postmortale Capacität des Dünndarms des Hundes für Wasser zur gleichnamigen Capacität des Blinddarms und Dickdarms?

In meinem ersten Beitrag habe ich mich darüber ausgesprochen, was ich postmortale Capacität des Magens (Darms, Harnblase) für Wasser nenne. Ich bezeichne so die Quantität von Wasser, die der strotzend gefüllte und steinhart gewordene Magen, Darm oder Harnblase bei exakter Messung erkennen lassen. Wie die postmortale Capacität des Hundemagens für Wasser zu bestimmen ist, habe ich ziemlich umständlich besprochen. Ich weiss zu dem, was ich schon vorbrachte, nichts mehr zuzufügen.

Da der Dünndarm eines grossen Hundes sehr lang ist, so ist die regelrechte Anfüllung desselben mit Wasser zuweilen mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Man kommt darüber leicht hinaus, wenn man den ganzen Dünndarm in 2 gleich lange Stücke zerlegt und jedes für sich mit Wasser anfüllt. Da jedes Darmstück nach vollführter Säuberung im Innern an einem Ende mit einer Ligatur, am andern Ende zur bequemern Einspritzung des Wassers mit einer Kanüle versehen werden musste, so thut man wohl, 5 Ctm. von jedem Darmstück für diesen Zweck zu reserviren. Bei der Fixirung der Wassermenge muss diesen leer gelassenen 5 Ctm. besondere Rechnung getragen werden. Wie dies zu geschehen hat, bedarf keiner Ausführung.

Wenn festgestellt werden soll, wie viel blutwarmes Wasser das Coecum bei stärkster Füllung aufnimmt, so bindet man zunächst die Basis desselben von dem Dickdarm ab, öffnet die Spitze des in Rede stehenden Darmtheiles mit einer Scheere und bindet in die Apertur eine kleine messingene Kanüle und spritzt durch diese solange Wasser, bis das Coecum strotzend erfüllt und steinhart ist.

Die Ausmessung der postmortalen Capacität des Dickdarmes macht keine Schwierigkeiten. Man bindet ihn am Afterende mit einer Ligatur zu und befestigt die Kanüle zur Füllung des Darmes in das kleine Stückchen Dünndarm, das man gerade für diesen Zweck am Dickdarm sitzen liess.

Ich werde jetzt die Resultate mittheilen, die bei zahlreichen Bestimmungen der postmortalen Capacität gewonnen wurden.

Fünfundzwanzigster Versuch.

22. Januar 1873.

Männlicher Hund, Namens Caro.

Derselbe, ein Bastard von einem Hühnerhund und einem Jagdhund, wurde zur Erreichung verschiedener Zwecke verschieden traktirt. Er sollte sein Blut und seine Muskeln zu physiologisch-chemischen Untersuchungen, seinen Tractus intestinalis nebst der Harnblase zu Capacitätsbestimmungen hergeben. Er wurde desshalb am genannten Tage Morgens 8 Uhr zum letztenmal gefüttert, um 10 Uhr gemessen, gewogen und sofort auf den Operationstisch gebracht. Alsdann wurde die Vena jugularis externa dextra freigelegt und mit einer hinreichend grossen Oeffnung versehen. Durch diese wurde ein aus Glas- und Gummiröhren bestehendes und mit einem Quetschhahn versehenes Röhrensystem eingeschoben und mit Ligaturen befestigt. Die Blutentziehung geschah mit diesem Apparat. Beim Oeffnen des Quetschhahns floss das Blut reichlich aus; dasselbe wurde in einem Becherglase gesammelt. Als die Drosselader kein Blut mehr liefern wollte, wurde sie unterbunden, der darin befestigte Apparat entfernt, die rechte Carotis freigelegt, eine kleine Strecke eingeschnitten und mit einem Röhrensystem versehen. Auch diese Vorrichtung lieferte in das vorgehaltene Becherglas viel arterielles Blut. Der Hund starb, nachdem seine Respiration immer frequenter geworden war. Er wurde unmittelbar nach dem Absterben wieder gewogen. Auch die in den gewogenen Bechergläsern aufgefangenen Blutmengen des Hundes wurden zunächst mit Waage und Gewicht und sodann mit Maassgläsern genau bestimmt. Nach genauer Vollführung dieser Messung wurde die Leiche des Hundes secirt. Der Tractus intestinalis wurde dabei mit der grössten Vorsicht so ausgeschnitten, dass von den Netzen nichts daran hängen blieb und die Häute des Intestinalkanals nicht verletzt wurden. Das ganze System wurde in ein gewogenes Blechgefäss versenkt und damit gewogen. Nachdem dies geschehen, wurde der Tractus zweckmässig in Theile zerlegt und alsdann mit blutwarmem Wasser von den darin haftenden Contentis befreit. Die einzelnen Theile wurden dann gemessen und in der früher besprochenen Weise zu Capacitätsbestimmungen benutzt. Nach Vollführung dieser höchst mühsamen Arbeiten wurden die Glieder des Tractus intestinalis alle der Länge nach aufgeschnitten und die Häute auf einem trocknen Tische wie Tücher ausgebreitet. So vorgerichtet wurden sie von dem überflüssigen Wasser mittelst trockner Schwämme und Tücher befreit. Die so präparirten Häute wurden alsdann gewogen. Die Harnblase des Hundes wurde in analoger Weise traktirt. Die ganze zum 25. Versuche gehörige Arbeit wurde in Zeit von fünf Stunden vollführt. Die bei dieser Experimentation erhobenen Ziffern lassen sich übersichtlich so zusammenstellen:

Aeussere Messung des Hundes.

Gesammte Länge des intacten Thieres . . = 112 Cm.
Kopflänge . . . . = 25 „

Schwanzlänge	=	25 Cm.
Körperstück zwischen Kopf und Schwanz	=	62 „
Höhe des intacten Thieres:		
Lothrechte Linie vom Scheitel bis zur Erde	=	68 „
Höhe in der Richtung des Vorderbeins	=	54 „
Höhe in der Richtung des Hinterbeins	=	54 „
Brustumfang	=	62 „
Bauchumfang	=	54 „

Die Aderlasse lieferten folgende Blutsorten:

Aufgefangenes venöses Blut	= 775 Cc.	= 824.30 Grm.
„ arterielles „	= 615 „	= 648.42 „
„ Blut	= 1390 Cc.	= 1472.72 Grm.

Gewicht des lebenden Hundes	= 21170 Grm.
„ „ todten „	= 19620 „
Differenz	= 1550 Grm.
Aufgefangenes Blut	= 1472.72 „
Unterschied	= 77.28 Grm.

Diese 77.28 Grm. gingen in Form von abgeschnittenen Haaren und ausgespritztem Urin verloren.

Organmessung während der Sektion.

Speiseröhre:

	genuiner Zustand	strotzend gefüllt.
Länge	43 Cm.	35 Cm.
Umfang:		
oben	$6^1/_4$ „	$15^1/_4$ „
in der Mitte	$5^1/_2$ „	15 „
unten	$6^1/_4$ „	$13^1/_2$ „
Inhalt:	—	435 Cc.

Magen

fasste strotzend gefüllt 1) 5000 Cc. und 2) 5300 Cc. blutwarmes Wasser.

Der Dünndarm hatte genuin eine Länge von 371 Cm. Strotzend gefüllt lieferte er folgende Zahlenwerthe:

	obere Hälfte:	untere Hälfte:
Länge	233 Cm.	262 Cm.
Umfang		
oben	10 „	$7^1/_2$ „
unten	8 „	$6^1/_2$ „
Inhalt	850 und 935 Cc.	855 und 940 Cc.

Der strotzend gefüllte Blinddarm lieferte folgende Werthe:

Länge	: 34 Cm.
Umfang	
oben	: 12 „
unten	: 8 „
Inhalt	: 130 und 145 Cc.

Der Dickdarm hatte genuin eine Länge von 77 Cm.; strotzend mit blutwarmem Wasser gefüllt ergaben sich diese Zahlen:

Länge . . . . = $88^1/_2$ Cm.
Umfang
  oben . . . . = 10 „
  in der Mitte . . . . . = 12 „
  unten . . . . = 18 „
Inhalt . . . . = 935 und 1050 Cc.

Die Harnblase enthält 475 Cc. gelben Urin; dieselbe wird mit blutwarmem Wasser strotzend gefüllt; sie fasst 1) 935 Cc. und 2) 975 Cc.

Tractus intestinalis + Inhalt	=	1440.0 Grm.
„ „ — „	=	834.5 „
Inhalt	=	605.5 Grm.
Blaseninhalt	=	475.0 „
Magen-, Darm- und Blaseninhalt	=	1080.5 Grm.
Gewicht des lebenden Hundes	=	21170 „
Magen-, Darm- und Blaseninhalt	=	1080.5 „
Reines Thier	=	20089.5 Grm.

Der 25. Versuch hat uns merklich weiter gebracht. Er hat uns die Ziffern des Gewichts eines Magen-, Darm- und Blasenreinen Hunds, den wir in folgendem der Kürze halber den Nettohund nennen wollen, geliefert und wir können somit einige Rechnungen machen, zu denen früher das Material fehlte. Ich stelle die Ergebnisse dieser neuen Calculation mit Vermeidung einer jeden weitern Discussion hier kurz und übersichtlich zusammen.

Uebersicht der postmortalen Capacitäten der verschiedenen Theile des Speisekanals.

	Absolute Werthe der postmortalen Capacitäten	Auf 1 Kilo Hund berechnete Werthe	
		Bruttohund	Nettohund
Speiseröhre	435 Cc.	20.55 Cc.	21.65 Cc.
Magen	5300 „	250.35 „	263.81 „
Dünndarm	1875 „	88.56 „	93.33 „
Blinddarm	145 „	6.84 „	7.21 „
Dickdarm	1050 „	49.59 „	52.26 „
	8805 „	415.89 „	438.26 „ .

Auch folgende Rechnungsergebnisse sind nicht ohne Interesse:

	Absolute Werthe der postmortalen Capacitäten	In Prozenten der Capacität des gesammten Tractus ausgedrückt
Speiseröhre	435 Cc.	4.940 %
Magen	5300 "	60.193 "
Dünndarm	1875 "	21.295 "
Blinddarm	145 "	1.647 "
Dickdarm	1050 "	11.925 "
	8805 "	100.000 "

Ferner:

	Absolute Werthe der postmortalen Capacitäten	Als Multipla der Capacität des Blinddarms	In Prozenten der Capacität des Magens
Speiseröhre	435 Cc.	3.0	8.22 %
Magen	5300 "	36.5	100.00 "
Dünndarm	1875 "	12.9	35.35 "
Blinddarm	145 "	1.0	2.74 "
Dickdarm	1050 "	7.2	19.73 "
	8805 "	60.6	166.04 "

Auch das abgelassene und aufgefangene Blut muss in analoger Weise calculirt werden.

Absolute Menge des gesammelten Blutes	Auf 1 Kilogramm berechnet	
	Bruttohund	Nettohund
1472.72 Grm.	69.5 Grm.	73.3 Grm.
1390 Cc.	65.6 Cc.	69.1 Cc.

Sechsundzwanzigster Versuch.

17. Oktober 1872.

Männlicher 12270 Grm. schwerer Hund.

Derselbe wurde zum Zweck einer andern Untersuchung mit Curare vergiftet. Bei der gleich nach dem Tode vorgenommenen Sektion wurden auf die oben beschriebene Weise folgende Werthe der postmortalen Capacitäten für blutwarmes Wasser erhalten:

Speiseröhre, strotzend gefüllt	=	230 Cc.
Magen „ „	=	2415 „
Dünndarm „ „	=	1230 „
Blinddarm „ „	=	100 „
Dickdarm „ „	=	575 „
Harnblase „ „	=	350 „

Ausser den Hunden des 4., 5., 25. und 26. Versuches habe ich noch 5 andere Hunde auch dazu verwendet, die postmortalen Capacitäten des Speisekanals und aller Abtheilungen desselben mit Wasser genau zu bestimmen. Aber ich habe bei diesen Thieren noch andere Zwecke zu erreichen gesucht und zwar solche, über die ich erst später in diesem Aufsatze handeln möchte. Ich bin desshalb behindert, jetzt schon die speciellen Ergebnisse dieser 5 Versuche zu besprechen. Ich muss mir die Lösung dieser Aufgabe für einen folgenden Abschnitt vorbehalten. Die allgemeinsten Ergebnisse dieser Forschung möchte ich aber jetzt schon hier vorführen.

Zusammenstellung der Mittelwerthe, der Minimal- und Maximalwerthe der in Prozenten der Capacität des gesammten Tractus intestinalis ausgedrückten postmortalen Capacitäten der einzelnen Abtheilungen desselben.

	Minimum	Mittel	Maximum
Speiseröhre	4.78 %	5.65 %	6.96 %
Magen	45.47 „	54.28 „	60.193 „
Dünndarm	21.295 „	25.26 „	28.18 „
Blinddarm	1.647 „	2.17 „	2.93 „
Dickdarm	8.36 „	12.96 „	17.77 „

Auf die eben vorgeführten Mittelwerthe kann eine Rechnung gestützt werden, die so recht dazu dient, die sub VI aufgeführte Frage strikte zu beantworten. Wir setzen den Mittelwerth der Capacität des Blinddarms, als den kleinsten = 1 und fragen, wie sich alsdann die Mittelwerthe der übrigen Theile des Tractus ver-

halten. Die zu ertheilende Antwort ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

Speiseröhre = 2.6
Magen = 25.01
Dünndarm = 11.6
Blinddarm = 1.0
Dickdarm = 5.9

Wer könnte bei der Musterung dieser Zahlen die darin versteckte geometrische Progression 1 : 3 : 6 : 12 : 24 verkennen?

Zusammenstellung der Mittelwerthe, der Minimal- und Maximalwerthe der auf 1 Kilo Bruttohund berechneten postmortalen Capacitäten der verschiedenen Abtheilungen des Speisekanals.

	Minimum	Mittel	Maximum
Speiseröhre	14.0	22.5	30.7
Magen	166.6	214.7	297.1
Dünndarm	67.4	101.1	141.7
Blinddarm	6.0	8.3	11.4
Dickdarm	34.7	50.3	69.5

Behandeln wir auch diese Mittelwerthe analog wie oben, indem wir nämlich den Werth des Blinddarms = 1 setzen, so erhalten wir die Zahlenreihe: 2.7, 25.8, 12.0, 1.0 und 6.0, welche die oben angegebene Progression (1 : 3 : 6 : 12 : 24) noch besser ausdrückt.

VII. Leistet die Bauhin'sche Klappe im Darmkanal des Hundes dem Vordringen des Wassers vom After nach dem Dünndarm hin einen merklichen Widerstand? Bildet sie ein Wehr gegen das vom After nach dem Dünndarm hin fliessende Wasser?

Ob die Bauhin'sche Klappe im Darme des Hundes von Seiten der Veterinärärzte und Lehrer der Veterinärmedicin zum Gegenstande ernster anatomischer und physiologischer Untersuchungen

gemacht wurde, ist mir nicht bekannt. Mir ist die veterinärmedizinische Literatur leider nicht so zugänglich, als die menschenärztliche, oder die medizinische im strikten Sinne. Ich glaube aber nicht sehr zu irren, wenn ich annehme, dass das Studium der Bauhin'schen Klappe im Hundedarm ebenso vernachlässigt wurde, als das Studium der gleichnamigen Klappe im Darme des Menschen. Oder hat man sich viel Mühe gegeben, über die Form und Funktion der Bauhin'schen Klappe des Menschen zu abschliessenden Sätzen zu gelangen? Wer sich zum Vertreter dieser Behauptung machen wollte, dem sage ich, im Bock'schen Lehrbuch der Anatomie des Menschen wird die Bauhin'sche Klappe als ein Apparat bezeichnet, der den Rücktritt der Stoffe aus dem Dickdarm in den Dünndarm völlig behindert, während Hyrtl in seinem Handbuch der Anatomie des Menschen genannte Klappe für insufficient, für nicht zureichend zur Hemmung des Rücktritts der Stoffe aus dem Dickdarm in den Dünndarm erklärt und die bekannte Erscheinung des Kothbrechens dabei citirt. Ich könnte noch andere widersprechende Aeusserungen der Anatomen hier zusammentragen, wenn ich meine Belesenheit hier zeigen müsste. Ich möchte aber hier vielmehr nur experimentelles Material zusammenstellen und desshalb wende ich mich sofort zur Besprechung der Ergebnisse meiner Untersuchung über die Bauhin'sche Klappe des Hundes.

Wenn die Bauhin'sche Klappe des Hundes zu einer instruktiven Anschauung gebracht werden soll, muss man mit Hundedärmen viel wirthschaften. Man säubert und reinigt den eben ausgeschnittenen Darm, indem man einen Strahl blutwarmes Wasser durch den Dick- und Dünndarm solange hindurchrinnen lässt, bis man sich überzeugt hat, dass das Darmrohr rein sei. Statt den ganzen Darm so zu reinigen, kann man sich auch darauf beschränken, nur einen Theil davon zu säubern. Man schneidet den Theil des Darms, der die Bauhin'sche Klappe enthält, so aus, dass der unterste Theil des Dünndarms in einer Länge von 10 Ctm. und ebensoviel des obern Theils des Dickdarms nebst dem ganzen Blinddarm als ein Ganzes zusammen bleiben. Ich nenne dieses Darmstück den „Ileocoecalausschnitt“. Derselbe wird so gesäubert, dass eine messingene, mit einem Hahn versehene Kanüle

in das Ende des Dünndarms eingebunden und durch dieselbe solange blutwarmes Wasser getrieben wird, bis die Flüssigkeit aus dem Colon klar ausläuft.

Nach vollführter Säuberung des Ileocoecalausschnittes wird das Aufblasen besorgt. Man bindet einen ziemlich porenfreien Kork in den unteren Zipfel des Präparats. Sodann befestigt man mit einer Ligatur eine messingene Kanüle in den Zipfel des Dünndarms, wenn dies nicht schon früher geschah. Man fügt darauf eine mit Luft gefüllte gute Injektionsspritze, die mit ihrer Spritze in die Kanüle gut passt, in diese ein, öffnet den Hahn und treibt die Luft so lange in das Darmstück, bis dieses strotzend erfüllt ist und sich ganz elastisch anfühlt. Man schliesst dann den Hahn der Kanüle und das Präparat wird alsdann an einer Schlinge in einem trocknen warmen Zimmer aufgehangen und völlig getrocknet. Collabirt das Präparat während des Trocknens, so hat es begreiflich keinen Werth mehr. Je nach dem Grade der Feuchtigkeit, die es besitzt, kann man es dann nochmals aufblasen, oder man wirft es weg. Sind die Wände des Präparats in Folge des Austrocknens durchscheinend geworden, so kann man eingehende Untersuchungen über den Dickdarmeingang daran anstellen.

Nach der eben abgehandelten Methode habe ich die Därme zahlreicher im hiesigen pharmakologischen Laboratorium theils vergifteter, theils in anderer Weise getödteter Hunde präparirt. Eine statistische Besprechung meiner Sammlung getrockneter Ileocoecalausschnitte und ganzer Därme nach Analogie der im vorigen Abschnitte gegebenen Statistik der Capacitäten des Hundedarms muss ich mir für später und eine andere Stelle vorbehalten. Hier, wo biologische Interessen zu vertreten sind, dürfte es genügen, hervorzuheben, dass sämmtliche Präparate, so verschieden auch ihre absoluten Maasse sein mögen, doch alle einem morphologischen Typus entsprechen und dass die Betrachtung eines Präparats statt vieler für meinen jetzigen Zweck völlig genügend ist. Ich wähle den Ileocoecalausschnitt des Hundes des 25. Versuches um so lieber, weil der frische Darm dieses Thieres mit der grössten Genauigkeit metrisch verfolgt und grade unter diesem Gesichtspunkte im vorigen Abschnitt recht genau erörtert wurde.

Wir sind also im Stande, bei diesem Präparat die mannigfaltigsten Vergleiche anzustellen.

Ein über den zur Präparation benutzten Stöpsel hinweggeführter Schnitt zeigt einen kreisförmigen aus Häuten bestehenden Ring, der mit einem Faden aussen gemessen einen Umfang von 115 Mm. ausweist. Der berechnete Radius des Kreises ist hiernach 18 Mm. und in der That zeigten die auf den Ring der Wandungen gesetzten Spitzen eines vorzüglichen Zirkels einen Durchmesser von 36 Mm. Die Berechnung des Querschnitts des Kreises kann hiernach keine Schwierigkeit haben.

Flächeninhalt des Querschnitts des Colon dicht unterhalb des Eingangs zum Coecum = 10.174 □ Cm.

Blickt man in den Kanal des Dickdarms hinein, so sieht man vis-à-vis der Oeffnung, durch die man hineinschaut, eine viel kleinere Oeffnung, die die Communikation zwischen dem Dünndarm und dem Dickdarm herstellt. Diese Oeffnung, die eine wirkliche Ellipse ist, besitzt eine grosse Axe von 16 Mm. und eine kleine Axe von 12 Mm. Man kann hiernach den Querschnitt der elliptischen Oeffnung berechnen.

Flächeninhalt der elliptischen Oeffnung in der Wölbung des Dickdarms = 1.507 □ Cm.

Ich glaube, dass diese Oeffnung mit einem besonderen Namen belegt werden muss und wenn die hinterste Apertur des Dickdarms, der „Dickdarmausgang", wie leicht zu beweisen ist, „Ostium anale" genannt werden kann, so wird die vorderste Apertur des Dickdarms, der „Dickdarmeingang", wohl als „Ostium iliacum" bezeichnet werden dürfen.[1]) Der Dünndarm liegt, wie man sieht, zwischen dem eben genannten Ostium iliacum und dem Ostium duodenale.

Wo finden wir nun die Bauhin'sche Klappe, die den Kern aller unserer Bemühungen und Ausführungen bildet; fehlt sie dem Hunde gänzlich, oder wie verhält es sich anders damit?

---

1) Diese Benennungen sind in Harmonie mit den schon längst eingeführten Ausdrücken: Ostium oesophageum (Cardia) und duodenale (Pylorus).

Wer den Dickdarmeingang, das vorhin erwähnte Ostium iliacum von der Höhle des Colon aus betrachtet hat, wünscht gewiss auch vom Kanale des Dünndarms aus eine analoge Betrachtung anzustellen. Schneidet man an dem getrockneten Ileocoecalausschnitt den Dünndarm quer durch und zwar dicht über seiner Insertionsstelle am Dickdarm, dicht über der Kuppel desselben, so sieht man auch hier den elliptischen Eingang zu dem Dickdarm, dessen Mittelpunkt ganz in der Führungslinie des Colons liegt. Die Oeffnung liegt aber auch ganz innerhalb des Rayons des Querschnitts des Dünndarms, füllt aber diesen Raum nicht ganz aus, sondern lässt ein Stück übrig, das mit einer Schleimhautduplikatur, der eigentlichen Bauhin'schen Klappe, verstopft ist. An dem mir vorliegenden Präparat ist die Dünndarminsertion ganz elliptisch, die grösste Axe beträgt 24 Mm., die kleinste 14 Mm.

Flächeninhalt des Querschnitts des Dünndarms dicht über der Insertion am Dickdarm = 2.638 □ Cm.

Zieht man die Grösse des Inhalts des Ostium iliacum von dem Rauminhalt des Querschnitts des Dünndarms ab, so ergibt sich der Rest = 1.13 □ C.-M. Diese Grösse entfällt auf die sog. Bauhin'sche Klappe, welche innerhalb des Rayons der Insertion des Dünndarms sichelförmig neben dem Ostium iliacum und dasselbe begrenzend eingefügt ist. Die Klappe liegt aber nach der Seite des Blinddarms hin. Fehlt die Klappe im angegebenen Rayon, was ich aber nicht einmal beobachtet habe, so würde die Kuppel des Colons eine elliptische Oeffnung von 2.638 □ Cm. als Dickdarmeingang enthalten. Da aber die sichelförmige Klappe, wie bereits gesagt, immer vorhanden ist, so ist das Ostium iliacum immer viel kleiner.

Bevor ich nun in eine Betrachtung der Funktion der Klappe und des Dickdarmeingangs eingehen möchte, glaube ich erst die Flächenmaasse der Klappe und der sonstigen gemessenen Theile übersichtlich zusammenstellen zu müssen.

Querschnitt des Colons dicht unterhalb der Oeffnung des Coecums	=	10.174 □ Cm.
Elliptische Oeffnung des Ostium iliacum . .	=	1.507 „
Flächeninhalt der Bauhin'schen Klappe .	=	1.130 „

Klappe und Ostium iliacum . . . . = 2.637 □Cm.
Querschnitt des Dünndarms dicht über der
Insertion am Dickdarm . . . . = 2.638 „

Ich gestehe offen, dass ich mir die Organisation des Dickdarmeingangs des Hundes früher ziemlich anders dachte, als ich sie gefunden habe. Ich erwartete, wie an den Ostien des Herzens ventilartig wirkende Klappen. Diese konnte ich aber an meinen Präparaten durchaus nicht finden. Die Bauhin'sche Klappe des Hundes kann als Ventil nicht wirken, sie hat eine analoge Bedeutung, wie ein in ein Wassergerinne seitwärts eingesetztes Brett, das dem rinnenden Stoffe eine bestimmte Richtung geben und ihn von gewissen Stellen abhalten soll.

Kommen die Stoffe durch den Kanal des Dünndarms hindurch zur Klappe des Colons, so versinken die, welche direkt auf den Dickdarmeingang treffen, in dem Kanal des Colons. Die auf die Klappe treffenden Stoffe können begreiflich durch diese nicht hindurch, sondern werden nach der Oeffnung hingedrängt; sie erhalten durch die Klappe eine solche Richtung, dass sie in der Führungslinie des Colons versinken können. Eine weitere Wirkung der eingefügten Klappe ist die, dass der vom Dünndarm herkommende Stoff vom Eingang in das Coecum abgelenkt wird. Dieser Eingang ist durch die sichelförmig ausgebreitete Klappe mehr gedeckt als der der Führungslinie entsprechende Theil des Dickdarms.

Wie fungirt die Dickdarmklappe, wenn Stoffe vom After her, beziehungsweise vom Colon, gegen dieselbe anrücken und wirklich auf sie eindringen? Die Klappe reisst alsdann einen Theil der zur Klappe losdringenden Stoffe vom Dickdarmeingang ab und nach dem Kanal des Coecums hin und gerade dieser Theil des Darms dient dazu, der Fluth, die gegen den Eingang des Dickdarms gerichtet ist, einen Ausweg zu schaffen und sie möglichst zur Ebbe zurückzuführen. Bestände das Coecum nicht, so müsste der Engpass zwischen Dick- und Dünndarm mitunter in der bedenklichsten Weise distendirt werden. Ob eine solche Auseinanderzerrung grade an dieser Stelle zur Zerreissung führen könnte, vermag ich nicht zu sagen, aber ich denke mir, dass darüber experimentirt werden

könnte. Das Coecum wird sich abbinden lassen und wenn dies möglich ist, kann man zusehen, wie das Vorgehen massenhafter Stoffe gegen den Dickdarmeingang wirkt. Darüber bin ich ausser Zweifel, dass das dicht neben dem Ostium iliacum angehängte Coecum wesentlich dazu beiträgt, dem Drängen der Stoffe unterhalb des Ostiums zu begegnen. Das Coecum stellt einen Behälter dar, der nur dann in Anspruch genommen wird, nur dann erfüllt wird, wenn im obern Abschnitte des Dickdarms zuviel Stoffe angesammelt sind und eine zu starke Tension üben.

Fragt man mich, wie wirkt speciell das Wasser sowohl auf die Bauhin'sche Klappe als auf das Ostium iliacum, so entgegne ich, dass diese Frage schon mit dem Vorstehenden beantwortet wurde. Dem Wasser gegenüber kann weder die Klappe noch das Ostium anders fungiren als gegenüber den Stoffen überhaupt.

Gelangt Wasser vom Magen her in die Nähe des Dickdarms, so werden die direct auf das Lumen treffenden Theile alsbald im Colon versinken, wenn nicht feste Stoffe den Engpass verstopfen. Bei leerem Darm wird das vom Magen her kommende Wasser ganz gewiss in den Kanal des Colons versinken, weil ihm kein Hinderniss entgegengesetzt ist. Alles Wasser, das vom Magen her kommend auf die Bauhin'sche Klappe trifft, findet hier einen momentanen Widerstand, gleitet aber alsbald über die Klappe weg zu dem Ostium, welches, wenn es nicht zufällig durch harte Faecalstoffe verstopft ist, das Wasser verschlingt.

Wird der Dickdarm vom After aus mit Wasser erfüllt und dringt das eingeführte Wasser bis zum Eingang des Coecums, so wird die Bauhin'sche Klappe das auf sie treffende Wasser zurückhalten und entweder zum Coecum oder zum Ostium hinführen. Das in der Führungslinie des Colons rinnende Wasser muss direkt auf das Ostium treffen und wenn dies nicht durch feste Stoffe verstopft ist, durch diesen Engpass hindurch in den Dünndarm dringen.

Nach dieser Darstellung kann kein Zweifel darüber sein, dass die Bauhin'sche Klappe dem Wasser gegenüber allerdings ein Hinderniss darstellt, aber nur ein eventuelles, kein permanent wirkendes; nur das unmittelbar auf die Klappe treffende Wasser wird am Fortrücken in der angenommenen Bahn behindert. Alles Wasser,

was direkt und unmittelbar dem Ostium zukommt, muss durch dasselbe hindurchpassiren, vorausgesetzt, dass keine augenblickliche Verstopfung stattfindet.

Soweit die sub VII aufgeworfenen Fragen durch anatomisch gesammeltes Material beantwortet werden können, glaube ich sie jetzt beantwortet zu haben. Sollen aber die Antworten auch der Form nach genau den Fragen entsprechen, so wird man sich etwa so auszusprechen haben.

Die Bauhin'sche Klappe im Darme des Hundes leistet nur dem direkt darauftreffenden Wasser einigen Widerstand, keineswegs dem direkt auf das Ostium iliacum eindringenden Wasser. Als Ventil oder als Schlussmittel darf die Klappe nie aufgefasst werden. Sie spielt nur die Rolle eines in ein Wassergerinne seitlich eingesetzten Direktionsbrettes.

VIII. Kann mit einer einfachen, jedoch in Ordnung befindlichen Klystierspritze Wasser reichlich in den Dünndarm bez. in den Magen des gesunden Hundes befördert werden?

Bereits im Jahre 1871 kam ich bei einem Experiment mit einem curarisirten Hunde zu der Erkenntniss, dass mit einer einfachen Klystierspritze Wasser wirklich nicht nur in den Dünndarm, sondern selbst in den Magen des lebenden Hundes befördert werden kann. Ich darf mich über diesen Versuch erst später verbreiten, weil er zur Lösung in der vorliegenden achten, so auch noch anderer später zu besprechenden Fragen ausgeführt wurde. Hier, wo es sich nur um die Beantwortung der achten Frage handelt, möchte ich im Ganzen nur zwei Versuche erörtern. Bei dem einen wurde ein mit einer Dünndarmfistel versehener Hund mit Wasserinjektionen traktirt. Die Idee dieses Versuches fasste ich erst in jüngster Zeit bei der Lektüre der bekannten Simon'schen Publikation (Archiv für klinische Chirurgie, herausgegeben von v. Langenbeck, redigirt von Billroth und Gurlt XV S. 122—132). Bei dem andern Versuche gelang es, Wasser durch den ganzen Speisekanal eines gesunden

Hundes von hinten nach vorn laufen zu lassen; dieser Versuch verdient alle Beachtung.

Siebenundzwanzigster Versuch.

Angestellt am 7.—11. Februar 1873.

Ein kräftiger Hund, weiblichen Geschlechts, wurde am

7. Februar Mittags 12 Uhr zum letztenmal mit Futterstoffen versehen und dann in ein Zimmer eingesperrt, in dem er nichts zu fressen bekommen konnte. Ein Gefäss mit Wasser war ihm aber zur Verfügung gestellt.

8. Februar 9—10 Uhr. Der nüchterne Hund wird jetzt gewogen und gemessen. Dabei wurden folgende Resultate gewonnen:

Körpergewicht des Hundes	=	11380 Grm.
Höhe dem Vorderbein entsprechend	=	46 Cm.
„ „ Hinterbein „	=	49 „
Brustumfang	=	58 „
Bauchumfang	=	43 „
Gesammte Länge des Hundes	=	85 „

Der Uebersicht halber stelle ich hier auch die an der Leiche des Hundes Nachmittags ausgeführten Messungen zusammen:

Gesammte Länge des Hundes	=	89 Cm.
Kopflänge	=	19 „
Schwanzlänge	=	18 „
Länge des Mittelstücks	=	52 „

10h 0m: Der Hund erhält ein Klystier von blutwarmem Wasser und wird dann in ein anderes Zimmer geschafft, wo er sich bald ausleert.

10h 15m: Wiederholung des ausleerenden Klystiers.

30m: Der Hund wird auf dem Operationstische zweckmässig befestigt, chloroformirt und dicht unter dem Nabel in der Linea alba so operirt, dass die unter der Bauchfellspalte befindliche Darmschlinge gefasst und in die künstliche Oeffnung hineingezogen werden kann. Sie wird mit den Wundrändern der Bauchdecken durch geeignete Nähte in Verbindung gesetzt. Das so ringsum angenähte Darmstück wird alsdann seiner Axe entsprechend mit einem Bistouri nach aussen geöffnet.

Der Hund wird darauf losgeschnallt und frei auf den Tisch gelegt. In das durch zweckmässig angelegte Nähte äusserst verkleinerte Afterloch wird eine messingene mit einem Hahn versehene Canüle befestigt und zur Injektion geschritten. Nachdem schon mehrere Injektionen mit blutwarmem Wasser gemacht, begann endlich die Darmfistel Wasser in förmlichem Strahle auszugeben. Je mehr Wasser jetzt injicirt wurde, um so stärker spritzte die Fistel.

Da das Ergebniss dieser Operation unzweifelhaft war, so wurde der Rest des in den ersten Wegen enthaltenen Wassers durch Oeffnen des Hahns aus der Canüle abgelassen.

10h 0m: Die Wasserinjektionen werden wieder begonnen. Nach Ein-

führen von 6 Spritzen voll Wasser beginnt die Fistel Wasser auszugeben, erst wenig, dann mehr im förmlichen Strahle.

Mit dem Chloroformiren des Hundes wurde jetzt aufgehört. Das Thier kam bald wieder zu sich, zeigte aber keine Lust zum Laufen, sondern lag entweder am Boden oder setzte sich höchstens auf.

12ʰ 15ᵐ : Der zu sich gekommene Hund wird auf den Tisch gestellt und Injektionen von blutwarmem Wasser ausgeführt. Dabei wurde ganz besonderer Werth auf den Verschluss des jetzt von den Ligaturen befreiten Afters gelegt. Schon waren 5 Spritzen voll Wasser injicirt und noch gab die Fistel kein Wasser aus. Nach der Entleerung der 6. Spritze begann die Fistelöffnung einen starken Wasserstrahl zu liefern.

Da alles bei diesem Versuche zur Verwendung gekommene Wasser gemessen worden war, konnte eine genaue Calculation gemacht werden. Es ergab sich dabei, dass 800 Cc. blutwarmes Wasser injicirt werden mussten, wenn die Fistelöffnung Wasser wirklich ausgeben sollte.

2ʰ 30ᵐ : Dem Hunde hatte man zu Mittag warme Milch zum Fressen hingestellt, aber er hatte sie, als er wieder besucht wurde, unberührt gelassen. Er lag auf der Strohdecke in der Nähe des warmen Ofens, schaute aber so gut um, dass man ihn für völlig wohl gehalten haben würde, wenn man von seinen Wunden nichts gewusst hätte Er wurde zu neuen Einspritzungen bestimmt, die der Hund mit der grössten Ruhe ertrug. Erst nach Injektion der 6. Spritze begann die Fistelöffnung wieder wie früher zu spritzen. Auch bei diesem Versuche stellte sich klar heraus, dass genau 800 Cc. blutwarmes Wasser durch den After eingeführt werden mussten, wenn eine Ausgabe des Wassers durch die Fistelöffnung erfolgen sollte.

3ʰ 0ᵐ : Dem Hunde wurde eine Lösung von 0.2 Grm. Strychninum nitricum mit 10 Cc. Aqua destillata unter die Haut des Rückens gebracht. Er verfiel sehr schnell in Convulsionen und starb.

An der Leiche wurden gleich nach dem Tode die bereits mitgetheilten, auf die Grösse bezüglichen Messungen ausgeführt.

3ʰ 45ᵐ : Beginn der Sektion.

Es lag nicht daran eine vollständige Sektion auszuführen, als vielmehr folgende Specialarbeiten zu vollbringen:

1) musste der Grad der Tumescenz des Darmkanals bei der Injektion von 800 Cc. blutwarmem Wasser bei geöffneten Bauchdecken mit Augen verfolgt werden;

2) war der Speisekanal sorgfältig auszuschneiden, zu besichtigen, besonders wegen der Perforation des Dünndarms und nach den früher aufgestellten Grundsätzen zu messen;

3) war die Ileocoecalgegend des Darms auszuschneiden, mit Luft zu erfüllen und zu trocknen. Dies Präparat dann kunstgemäss zu öffnen und die daran vorkommenden Oeffnungen zu messen.

Diese ganze Arbeit konnte begreiflich nicht an einem Tage geschehen.

Die Bauchdecken des Hundes werden zunächst mit genügenden Schnitten entfernt und der ganze Tractus intestinalis bis zum Zwerchfell hin zu Tage gelegt. Der After der Leiche wurde wieder bis auf eine kleine Oeffnung vernäht,

mit der Canüle versehen und durch diese Injektionen von blutwarmem Wasser gemacht. Bei der Entleerung der ersten Spritze (150 Cc.) schwoll der Dickdarm an und verliess den Platz, wo er bis dahin gelegen hatte; er machte eine Lageänderung. Die Füllung des Rohrs reichte bis zum Coecum hin und dieses hatte sich schon etwas entwickelt. Bei der 2 Einspritzung schwoll der Dickdarm stärker an, aber in den Dünndarm drang noch kein Wasser. Die 3., 4. und 5. Einspritzung hatte analoge Wirkung. Der Dickdarm wurde immer dicker, praller und fester; in den Dünndarm war nur eine geringe Menge Wasser gedrungen. Bei Beginn der 6. Injektion drang das Wasser reichlich in den Dünndarm und entwickelte ihn zu einer cylindrischen und etwas gespannten Röhre. Endlich nach der ganzen Einführung von 800 Cc. Wasser begann die Fistelöffnung Wasser auszugeben. Die Wasserinjektionen an der frischen Leiche lieferten dasselbe Resultat wie die am lebenden Hunde.

Man schritt jetzt zum Ausschneiden des Speisekanals, zur Besichtigung und Messung desselben. Die in den Spalt der Linea alba mit Ligaturen befestigte Darmschlinge zeigte eine Oeffnung von 2 Cm. Länge. Die Mitte dieser Oeffnung war vom Pylorus, dem Darmkanal entlang gemessen, 140 Cm., von der Bauhin'schen Klappe dagegen 107 Cm. entfernt. Die Perforation des Dünndarms hatte also nicht ganz in der Mitte desselben stattgefunden, sondern näher dem Ostium iliacum als dem Ostium duodenale.

Der Dünndarm wurde nun durch die Fistelöffnung in einen obern und untern Theil zerlegt und alsdann zur Messung des ausgeschnittenen Speisekanals geschritten; dabei wurden folgende Zahlen festgestellt:

	postmortale Capacität	genuine Länge
Speiseröhre	200 Cc.	36 Cm.
Magen	2825 „	— „
oberer Dünndarm	775 „	140 „
unterer „	400 „	107 „
Blind- und Dickdarm	725 „	— „
Harnblase	465 „	— „
Genuine Länge des Dickdarms allein		48 „
Umfang des strotzend gefüllten Rectums		14 „

Nach der Bestimmung der Capacitäten wurden die der Fistelöffnung zunächst liegenden Theile des Dünndarms weithin aufgeschnitten. Man sah auf der Schleimhaut zahlreiche ecchymotische Flecke. Dieselben verloren sich nach oben und nach unten, aber mit der Entfernung der Fistelöffnung.

5^h 45^m : Der Ileocoecalausschnitt wird präparirt und das völlig aufgeblasene Darmstück in einem warmen Zimmer zum Trocknen aufgehangen.

11. Februar Vormittags 11 Uhr: Der Ileocoecalausschnitt ist trocken geworden und hat das bekannte durchscheinende Aussehen. Bei der Abtragung des Colons und Dünndarms ergaben sich folgende Maasse:

Durchmesser des Colon dicht unter der Insertion des Coecums	= 3.2 Cm.
Querschnitt desselben	= 8.0424 □ Cm.
Inhalt des Ostium iliacum	= 0.6912 „
„ der Bauhin'schen Klappe	= 0.7225 „
Querschnitt des Dünndarms dicht über der Insertion am Dickdarm	= 1.4137 „



Indem ich mich jetzt zur epikritischen Besprechung dieses Versuches wende, muss ich zunächst meine Befriedigung darüber aussprechen, dass es gelang, den Dünndarm des Hundes so ziemlich in der Mitte zwischen Ostium iliacum und duodenale zu öffnen. Als ich den Hund auf den Operationstisch brachte, hegte ich allerdings den Wunsch, grade eine solche Stelle des Darms zu fixiren und einzuschneiden. Ich wählte desshalb die Stelle zur Incision dicht unter dem Nabel des Hundes in der Mittellinie des Unterleibs, entsprechend dem Verlauf der Linea alba und die Wahl dieser Stelle hat sich bei der später ausgeführten Autopsie der Leiche als völlig gerechtfertigt herausgestellt.

Das an die Wundränder der Bauchöffnung in der Linea alba befestigte perforirte Darmstück spritzte bei jedem Versuche wirklich Wasser aus, wenn dem Hunde zahlreiche Wasserklystiere gesetzt wurden. Es kann somit nicht bezweifelt werden, dass mit einer einfachen, aber in Ordnung befindlichen Klystierspritze Wasser wirklich in den Dünndarm des lebenden, ja man kann sagen des gesunden Hunds gefördert werden kann. Dass diese Fortführung des Wassers in den ersten Wegen des gesunden Hundes leicht geschehen könnte, möchte ich grade nicht behaupten. Es bedarf einiger Anstrengung, den perforirten Darm zur wirklichen Verausgabung von Wasser vom After aus zu bringen. Das mit der Spritze injicirte Wasser dringt nicht alsbald in den Dünndarm, sondern erst bei fortgesetzter Arbeit und unter gewissen Bedingungen, worüber hier noch einige Worte gesagt werden müssen.

Da der Dickdarm des Hundes elastische Wände besitzt, so presst dieser das in seinen Kanal geführte Wasser so zusammen, dass in der Führungslinie ein Wassercylinder entsteht, der, wie wir durch besondere Versuche feststellten, ebenso lang ist wie der Dickdarm selbst.

Behielte der Dickdarm bei fortgesetzten Injektionen immer dieselbe Länge, so könnte das Anwachsen des Wassercylinders im Dickdarm aus der bei der Sektion festgestellten Länge des Darms sowie aus dem Verbrauch des Wassers berechnet werden. Ich will hier, indem ich die Länge des Dickdarms als constant = 48 Cm. annehme, eine Probe einer solchen Rechnung für den Hund dieses Versuches vorführen.

	Menge des im Dickdarm sich sammelnden Wassers.	Radius des Grundkreises des im Dickdarm entstehenden Wassercylinders.
1. Injektion:	150 Cc.	0.9974 Cm.
2. „	300 „	1.4104 „
3. „	450 „	1.7275 „
4. „	600 „	1.9947 „
5. „	750 „	2.2301 „

Dieser Zahlenreihe entsprechend würde der im Dickdarm des Hundes gebildete Wassercylinder gewachsen sein, wenn sich der Dickdarm bei den Injektionen nicht verlängert hätte; da er aber auch an Länge etwas zunahm, so konnte der Inhalt des Dickdarms nicht genau so, wohl aber annähernd so in der Dicke wachsen, wie diess die oben vorgeführte Zahlentafel ausspricht.

Als der Dickdarm des Hundes durch das Wasser genügend distendirt und der Druck gegen das Ostium iliacum gesteigert war, drang das Wasser in den Dünndarm ein, erfüllte ihn rasch und floss, da das Wasser von hinten her den nöthigen Druck empfing, in starkem Strahle aus der Fistelöffnung ab.

Da der Querschnitt des Colons des Hundes 8.04, der des Dünndarms 1.41 und die Oeffnung des Ostium iliacum 0.69 □Cm. beträgt, so begreift man leicht, dass der in den Dickdarm gebrachte Wassercylinder nicht so ganz leicht in den Dünndarm gelangen kann. Die Schwierigkeit des Uebertritts ist in den oben dargelegten hydrostatischen Verhältnissen begründet. Ein Engpass, wie das Ostium iliacum kann den Wassergehalt einer starken weiten Röhre in den Canal einer ebenfalls starken etwas engern Röhre ohne weiteres passiren lassen. Aber die Wände des Darmkanals sind nicht starr, sondern elastisch und ziehen sich zusammen. Soll also das Wasser des Dickdarms durch das Ostium iliacum in den Dünndarm dringen, so muss es stark gepresst werden. Nur wenn der Druck auf das Wasser genügend stark ist, wird der Gegendruck der elastischen Wände überwunden und das Wasser kann passiren.

Bei dem oben besprochenen Versuche konnte mit einer einfachen Klystierspritze blutwarmes Wasser in den Dünndarm eines gesunden Hundes befördert werden. Hiernach durfte man auch

erwarten, dass dieselbe Flüssigkeit bei öfter wiederholten Injektionen bis in den Magen und selbst darüber hinaus bis in das Maul des Hundes gefördert werden könne. Die Haltbarkeit dieser Vermuthung sollte durch einen Versuch geprüft werden, über den ich mich jetzt aussprechen will.

Achtundzwanzigster Versuch.

Am 10. Februar 1873 Vormittags 10 Uhr wird ein weiblicher Hund reichlich mit Futterstoffen versehen und alsdann in ein Zimmer eingesperrt, in dem nur ein Gefäss mit Trinkwasser steht. Der Hund wird in diesem Zimmer bis zum andern Tage gehalten.

Am 11. Februar 9 Uhr wird die nüchterne Hündin gewogen; ihr Körpergewicht beträgt 7290 Grmm. Da die Anwesenheit von Faecalstoffen im Darme der Hündin vermuthet wird, erhält sie ein Klystier von blutwarmem Wasser und wird alsdann in den Hundestall versetzt. Hier leert sie in der That Faeces aus. Etwas später erhält die Hündin ein zweites, wie das erste ausleerend wirkendes Klystier.

$10^h\ 25^m$: Der After der in völliger Chloroformnarkose liegenden Hündin wird mit Ligaturen bis auf eine kleine Oeffnung geschlossen. Durch dieselbe wird eine kleine mit einem Hahn versehene Canüle applicirt.

$10^h\ 30^m$: Das Chloroformiren wird jetzt eingestellt und der Hund, nachdem er sich etwas erholt hat, auf den Tisch gelegt und in dieser Situation befestigt.

$10^h\ 35^m$: Die Injektionen von blutwarmem Wasser in den Darm nehmen jetzt ihren Anfang.

$10^h\ 37^m$: Der Hund hat eben die 8. Injektion erhalten. Der Umfang des Unterleibs ist enorm gewachsen. Das Thier beginnt jetzt aus dem Maule eine geringe Menge schaumiger Flüssigkeit zu entleeren.

$10^h\ 40^m$: Der Hund bricht nach der eben vollführten 10. Injektion sehr viel Flüssigkeit aus, die mit einem in Bereitschaft gehaltenen Blechgefäss aufgefangen werden konnte. Die Menge beträgt 700 Cc. und sieht trüb und gallig aus.

Da das Erbrechen reichlich genug ist, werden die Injektionen eingestellt, die Afterligaturen gelöst und der Hund vom Tisch in das Zimmer gesetzt. Er läuft darin wankig hin und her, entleert viel Wasser aus dem After, sieht aber gleichwohl noch sehr geschwollen aus.

$10^h\ 50^m$: Der Hund fällt plötzlich auf die Erde und wälzt sich auf derselben unter heftigen clonischen Convulsionen umher; dabei tritt aus dem Munde des Hundes reichlich weisser Gischt. Das Bewusstsein ist getrübt oder vielleicht ganz aufgehoben. Der Anfall, den man für einen epileptischen hält, dauert volle 3 Minuten.

$10^h\ 59^m$: Neuer Anfall von clonischen Convulsionen mit Gischt im Maule und Verlust des Bewusstseins. Die Kiefer des Hundes

zeigen dabei eine Art von masticatorischem Krampf; die Pupillen sind eng. Nach Verlauf einer Minute hörte der Anfall auf.

11ʰ 27ᵐ: Der Hund fällt plötzlich wieder unter clonischen Convulsionen auf die Erde nieder. Im Maule zeigt sich kein Gischt. Der Anfall geht rasch vorüber.

12ʰ — 6ʰ: Der Hund muss um 12 Uhr verlassen werden und kann in den Nachmittagsstunden nur dann und wann besucht werden. Er hat hin und wieder noch Anfälle. Dieselben unterscheiden sich aber doch wesentlich von den oben beschriebenen ersten Anfällen, indem weder der Hund auf die Erde geschleudert wird und in Convulsionen mit Gischt im Maule verfällt, noch sein Bewusstsein aufgehoben ist. Man bemerkt nämlich an dem entweder auf den Beinen stehenden oder auf dem Bauche liegenden Hunde Anfälle, welche sich durch starkes Zittern und Zucken der Extremitäten documentiren. Die convulsivischen Regungen dauern kürzere oder längere Zeit, keine jedoch über eine Minute. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Anfällen werden immer länger. Futterstoffe lässt der Hund unberührt.

6ʰ Abends: Der Hund frisst jetzt vorgestellte Kuhmilch.

12. Februar. Der Hund nimmt reichlich Futterstoffe (Milch und Fleisch) zu sich, sieht auch munter aus. Trotzdem lässt er von Zeit zu Zeit noch geringfügige krampfhafte Erregungen der Extremitäten, aber keine allgemeinen Convulsionen bemerken.

13. Februar. Auch heute wird der Hund beobachtet und lässt er noch einige krampfhafte Regungen in den Extremitäten erkennen. Sonst ist das Thier ganz munter, sein Appetit ist sehr gut.

14. Februar. Obwohl der Hund ganz wohl aussieht und wieder ebenso munter ist, als in der Zeit vor der Anstellung dieses Versuchs, so bietet er heute doch noch einen kleinen Anfall krampfhafter Regungen der Extremitäten dar.

17. Februar. In den letzten zwei Tagen und auch heute wurde an dem Hunde nichts Abnormes mehr bemerkt. Derselbe wird desshalb jetzt für ganz gesund erklärt.

Das vorstehende Protokoll dürfte vielleicht das Interesse des physiologischen Forschers in Anspruch nehmen. Es enthält den strikten Beweis, dass blutwarmes Wasser mit einer einfachen Klystierspritze bis in den Magen des gesunden Hundes gefördert werden kann. Aber diese Beförderung des Wassers ist nicht ungefährlich. Der zum Versuche genommene Hund wurde, wie das Protokoll ausführlich darthut, epileptisch. Vor dem Versuche zeigte er niemals epileptische Anfälle. Das Thier ist seit vielen Wochen in meinem Besitz und habe ich es täglich beobachten können. Hätte der Hund vor der Anstellung des Versuches epileptische Zufälle gehabt, so wäre mir das sicher nicht entgangen. Die Epilepsie des Hundes hörte nicht sofort mit der Entleerung des Darmkanals vom

Wasser auf, sondern die Anfälle schwanden nur ganz allmälig und Spuren von Krampf waren selbst noch am 4. Tage nach dem Klystierversuche bemerklich. Wahrscheinlich hatten die bei den Wasserinjektionen aufkommenden Distensionen des Speisekanals die Fasern des Sympathicus entweder zerrissen oder gezerrt, so dass allgemeine Convulsionen aufkommen konnten. Jedenfalls verdient die der massenhaften Wassereinführung nachfolgende Epilepsie eine besondere Untersuchung. Ich kann mich leider vorerst auf diesen Zufall nicht weiter einlassen und muss ihn Andern zur weitern Untersuchung überlassen.

Verfolgen wir jetzt die Einzelvorgänge des 28. Versuches, so wird noch Einiges hervorgehoben werden müssen.

Die ersten Wasserinjektionen in den Dickdarm des Hundes erfüllten das genannte Rohr so, dass die Wände desselben immer mehr auseinander gehen mussten. Als die Distension des Dickdarms ein bedeutendes Maass erlangt hatte, wurde der Eingang desselben, das Ostium iliacum, zum Durchgang des Wassers vorbereitet. Das durch den After weiter nachdringende Wasser steigerte begreiflich den im Dickdarm stattfindenden Druck, so dass die Flüssigkeit endlich den ganzen Kanal des Dünndarms bis zum Pylorus hin ausfüllen konnte. Ob das Wasser unmittelbar vor dem Pylorus aufgestaut wurde in analoger Weise, wie vor dem Ostium iliacum, muss durch weitere Untersuchungen zur Klarheit gebracht werden. Darüber kann kein Zweifel sein, das Wasser passirte endlich den Pylorus, drang in den Magen ein, füllte diesen aus und als es darin endlich eine unerträgliche Tension bewirkte, wurde es schliesslich durch das Ostium oesophageum des Magens nach aussen gefördert. Das Ausschütten des Wassers durch die Speiseröhre geschah wohl nach demselben Gesetz, welches ich früher bei der Besprechung der vitalen Capacität des Magens replicirte. Wird der Magen des Hundes durch eingeführtes Wasser allzu gewaltig distendirt, so reagiren die Wände schliesslich so, dass das Wasser unter Brechanfällen ausgefördert wird.

Die an Hunden gemachten physiologischen Beobachtungen dürfen nur mit Vorsicht auf den menschlichen Organismus bezogen werden. Aber darüber kann kein Zweifel sein, man ist jetzt im

Recht, die Frage zu stellen, kann auch der Dünndarm des Menschen vom After her mit blutwarmem Wasser beschickt werden? Die strikte Beantwortung dieser Frage hat das grösste Interesse sowohl für die theoretische wie für die praktische Medizin.

IX. Wie ist die vitale Capacität des Darms des Hundes zu bestimmen und wie verhält sich dieser Werth zur postmortalen Capacität?

Bereits im Jahre 1852 beschäftigte sich mein Vater mit experimentellen Studien, die dahin gerichtet waren, die Grundlage einer rationellen Klysmatologie zu gewinnen. Bei dieser Arbeit wurden eine Menge Wasserklystiere applicirt und da sich mein Vater selbst dazu hergab, dieselben anzunehmen, so gewann er eine Einsicht in das Wesen der Wirkung der Wasserklystiere, die ihn befähigte, auf diesem Gebiete ein völlig berechtigtes Urtheil zu fällen. Schon damals gelangte mein Vater zu der Erkenntniss, dass dem Darme des Menschen vitale Capacität zugesprochen werden dürfe und dass das Maass derselben mit ziemlicher Präcision bestimmt werden kann. Aber auch darüber durfte sich mein Vater nicht täuschen, dass eine ganz besondere Hingebung an die Wissenschaft dazu gehört, sich zum Objekt solcher Untersuchungen zu machen und wenn die vitale Capacität für Wasser gar mit der postmortalen verglichen werden soll, so ist es ganz selbstverständlich, dass solche Untersuchungen an Menschen niemals geführt werden können. Mein Vater forderte mich desshalb auf, den Versuch zu machen, die vitale Capacität des Darmkanals des Hundes für Wasser zu bestimmen und den festgestellten Werth derselben mit dem Werthe der postmortalen Capacität zu vergleichen. Diesen Wunsch habe ich zu erfüllen getrachtet.

Nicht jeder Hund ist zu Studien über die vitale Capacität des Darms zu gebrauchen. Es gibt Hunde, die selbst die Zuführung von 100 Cc. blutwarmen Wassers in den Darm nicht ertragen und die ganze Injektion durch den After sofort wieder entleeren, sowie die Spitze der Spritze den After verlässt. Man mag dagegen machen, was man will, die Angst der Thiere bringt sie dahin, das Wasser fortzuschaffen, selbst wenn der After zugehalten wird. Nur wenn man den After mit Ligaturen verschliesst und mit einer zweckmässig eingerichteten Canüle zum Einspritzen und Zurückhalten des Wassers versieht, behalten sie das Wasser bei sich.

Diesen ängstlichen Hunden gegenüber gibt es andere, die sich Injektionen von blutwarmem Wasser durch den After gern gefallen lassen und kleine Mengen davon selbst dann bei sich behalten, wenn sie auf völlig freie Füsse gesetzt werden und mit dem Inhalte des Darms machen dürfen was sie wollen. Nur wenn grössere Mengen blutwarmen Wassers injicirt werden und die vitale Capacität des Darms für Wasser überschritten wird, fördern sie einen Theil des injicirten Wassers wieder aus. Hunde, die sich in dieser Weise geriren, sind begreiflich zu den Bestimmungen der vitalen Capacität des Darms für Wasser wohl zu brauchen. Aber auch bei diesen toleranten Hunden kommen immer noch Unterschiede vor. Nicht jeder tolerante Hund fördert das Uebermaass des injicirten blutwarmen Wassers zur richtigen Zeit aus. Dieses thun nur diejenigen toleranten Hunde, welche mit ihrem Herrn, ich möchte sagen auf entente cordiale stehen, die sich überzeugt halten, dass sie nicht abgestraft werden, wenn sie bei stärkerer Belästigung des Körpers das injicirte Wasser wieder von sich geben. Ich habe mit Hunden zu schaffen gehabt, die zu Bestimmungen der vitalen Capacität für Wasser durchaus nicht zu gebrauchen waren. Ich musste bei diesen die begonnene Arbeit bald wieder einstellen. Andere Hunde dagegen fand ich gerade für solche Arbeiten ausserordentlich qualificirt. Nur wenn man mit vielen Hunden arbeitet und der Arbeit nicht müde wird, gelingt es, die brauchbarsten für diesen Zweck herauszufinden.

Wie das Maass der vitalen Capacität des Hundedarmes für Wasser zu bestimmen ist, bedarf nach dem Vorgetragenen kaum noch der Erwähnung.

Dass nur darmreine Hunde zu den Capacitätsbestimmungen genommen werden dürfen, versteht sich so sehr von selbst, dass ich darüber bis jetzt kein Wort verloren habe. Man bringt den Hund, wenn er seinen Koth entleert hat, auf den Tisch, legt ihn auf die Seite oder den Rücken, lässt ihn so durch Gehülfen halten und applicirt ihm durch den After Injektionen von blutwarmem Wasser. Wenn das Thier Wasser auszugeben beginnt, wird dies mit einem in Bereitschaft gehaltenen Blechgefäss aufgefangen. Wenn die Wasserverausgabung des Hundes aufhört, betrachtet man die zurückgebliebene Wassermenge als den der vitalen Capacität entsprechenden Werth. Bestimmt man das Körpergewicht des Hundes vor der Wasserinjektion und nachdem das Zurückspritzen aufgehört hat, so erhält man die Ziffer des in dem Darm zurückgehaltenen Wassers.

Nach dem Vorgetragenen kann kein Zweifel darüber sein, dass die Bestimmung der vitalen Capacität des Hundes für Wasser keine grosse Schwierigkeit hat; sie verlangt nur Ausdauer.

Noch weniger Schwierigkeit hat es, die rationelle Grundlage

zur Vergleichung der postmortalen Capacität des Darms für Wasser mit der vitalen zu gewinnen.

Zunächst muss man wissen, dass das blutwarme Wasser bei den Injektionen sich nicht nur durch den Dickdarm, sondern auch in den Dünndarm verbreitet. Es wäre also ganz thöricht, die „postmortale Capacität des Dickdarmes" für Wasser mit der „vitalen Capacität des Darmes" zu vergleichen. Die Objekte, welche verglichen werden müssen, sind die „postmortale Capacität des gesammten Darms" und die „vitale Capacität desselben Organs."

Wendet man mir ein, dass doch bei der regelrechten Bestimmung der vitalen Capacität des Hundedarmes für Wasser nicht immer der ganze Dünndarm, sondern zuweilen nur ein Theil desselben mit Wasser erfüllt wird, so entgegne ich, dass ich die Richtigkeit dieses Einwandes vollständig einräume und doch dabei bleibe, dass die vitale Capacität des Darmes des Hundes mit der postmortalen Capacität des gesammten Darmes verglichen werden muss. Es gehört eben mit zum Wesen der vitalen Capacität, dass der Dünndarm nicht immer bis zum Pylorus hin mit Wasser erfüllt wird. Er kann bis zu dieser Stelle hin mit Wasser erfüllt werden, aber er muss nicht bis dahin erfüllt werden und gerade dieser Unterschied bezeichnet mit das Wesen der vitalen Capacität.

Vor längerer Zeit war ich der Ansicht, dass die Vergleichung der vitalen Capacität des Darms und der postmortalen Capacität desselben Organs subtiler betrieben werden müsste. Ich stellte desshalb zunächst an einem Hunde die vitale Capacität des Darms für Wasser in der oben angegebenen Weise fest dann wurde der Hund curarisirt, tracheotomirt, die Respiration desselben künstlich unterhalten, der Unterleib geöffnet, die dabei spritzenden Gefässe unterbunden, der Darm genau inspicirt und das der vitalen Capacität entsprechende Wasserquantum durch eine in den After eingenähte Canüle injicirt. Da die Erfüllung des Dünndarms mit Wasser mit den Augen verfolgt werden konnte, so war es auch möglich, die Stelle, bis zu welcher das Wasser in den Darm vordrang, genau zu bezeichnen und dieselbe mit einer Ligatur zu umgeben. War dieses geschehen, so wurde die künstliche Respiration des vergifteten Hundes eingestellt, das Herz des Thiers perforirt und somit der Tod desselben herbeigeführt. Sodann wurde der Darm des Hundes ausgeschnitten und in der früher erörterten Weise zur Bestimmung der postmortalen Capacitäten verwendet. Versuche dieser Art liefern begreiflich die subtilsten Ergebnisse. Sie können auch in der exakten Wissenschaft eine gewisse Verwendung finden. Wer sie

aber dazu benützen wollte, die oben besprochene Grundlage der Vergleichung der Capacitäten des Darms damit in's Wanken zu bringen, der würde nur damit zeigen, dass es ihm mehr um die Geltendmachung von Subtilitäten, als um praktische Erfolge zu thun sei.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der gewonnenen Resultate.

Neunundzwanzigster Versuch.

Die Hündin Phylax hatte am 5. Oktober 1872 eine ausgiebige Leibesöffnung, wesshalb sie zu einer genauen Bestimmung der vitalen Capacität für Wasser verwendet wurde. Sie wog um

4h 5m Nachmittags: 14560 Grm. Unmittelbar nach gemachter Körpergewichtsbestimmung wurde ihr so viel blutwarmes Wasser durch den After injicirt, dass die Flüssigkeit nicht alle zurückgehalten werden konnte, sondern zum Theil wieder ausspritzte. Nachdem das Rückspritzen des Wassers aufgehört, wurde die Hündin wieder gewogen. Ihr Gewicht betrug jetzt 14920 Grm. Die Hündin war also um den Werth von 360 Grm. schwerer geworden. Die direkte Controle des verwendeten und zurückgespritzten Wassers führte zu derselben Ziffer.

Eine zweite Bestimmung der vitalen Capacität wurde am 8. Oktober ausgeführt. Auch diese ergab den Werth = 360 Grm.

Das Körpergewicht des Hundes vor der Einspritzung war 14400, nach dem Aufhören des Zurückspritzens des Wassers 14760 Grm.; Differenz = 360 Grm.

Das Wassergefäss, aus dem die Injektion gemacht wurde, wog 1020 Grm. und später nach der Ausführung der Injektion 610 Grm. Man hatte somit 410 Grm. zur Injektion verwendet und da 50 Grm. Wasser zurückgespritzt wurden, so ergaben sich 360 Grm. als der Ausdruck der vitalen Capacität.

Eine genauere Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse als die eben dargelegte, konnte nicht gewünscht werden. Es wurde desshalb die Hündin am 8. Oktober Nachmittags mit Curare (0.2 Gramm mit 9.5 Wasser verrieben und unter die Haut injicirt) vergiftet, alsbald tracheotomirt, ihre Luftröhre mit einem passenden Blasebalg, ihr After mit einer messingenen Canüle durch Einnähen versehen, die künstliche Respiration unterhalten und durch die Canüle eine Injektion von 360 Grm. einer blutwarmen wässerigen 1/2 % Lösung von Blutlaugensalz ausgeführt und der Hahn der Canüle geschlossen. Sodann wurden die Bauchdecken der Hündin in der Linea alba und querüber unter dem Nabel weg durchschnitten, die spritzenden Blutgefässe unterbunden und die Besichtigung der in der Bauchhöhle gelegenen Theile vorgenommen.

Resultate der Inspektion.

Der Dickdarm der Hündin liegt wie eine dicke Wurst als walzenförmiger Körper im Unterleibe. Er sieht ziemlich weiss aus und über ihn weg laufen pulsirende Blutgefässe. Seine stärkste Circumferenz ist 9.5 Cm. Auch der Blinddarm ist stark mit Wasser gefüllt. Der obere Theil des Dünndarms ist nicht entwickelt, im Gegentheil faltig und collabirt, der untere Theil enthält dagegen unver-

kennbar Injektionsstoffe. Er zeigt entwickelte Formen, ist dem entsprechend walzenförmig, aber viel dünner als der Dickdarm.

Die im Unterleibe befindlichen Arterien pulsiren stark.

Bevor die Hündin getödtet und die Unterleibsorgane herausgeschnitten werden durften, fand erst die Anlegung verschiedener Ligaturen statt. Der Dickdarm mit Blinddarm, ebenso die beiden Theile des Dünndarms, der obere nicht erfüllte und der untere mit Injektionsmassen erfüllte Theil wurden oben und unten mit Ligaturen umgeben. Sodann wurde die künstliche Respiration eingestellt und das pulsirende Herz perforirt.

Resultate der Messung.

	Genuiner Zustand.	Strotzend mit Wasser gefüllt
I. Speiseröhre		
Länge	36 Cm.	— Cm.
Umfang	3.5 „	11.5 „
Inhalt	— „	200 Cc.
II. Magen		
Inhalt	— „	2400 „
III. Dünndarm		
a) oberer Theil		
Länge	189 „	— „
Umfang	— „	7.5 Cm.
Inhalt	— „	570 Cc.
b) unterer Theil		
Länge	180 „	— „
Umfang	5 „	6.5 Cm.
Inhalt	220 Cc.	400 Cc.
IV. Blinddarm		
Länge	11 Cm.	14 Cm.
Umfang	— „	— „
Inhalt	— „	110 Cc.
V. Dickdarm		
Länge	38 „	62 Cm.
Umfang	9.5 „	10¼ — 13 „
Inhalt	140 Cc.	500 Cc.
VI. Harnblase		
Inhalt	— „	390 „

Da statt Wasser eine ½ % wässerige Lösung von Blutlaugensalz zur Injektion genommen worden war, so konnte dieser Stoff mit einer Lösung von Eisenchlorid genau verfolgt werden. Er liess sich überall im Dickdarm und Blinddarm und dem untern Theile des Dünndarms nachweisen. Dagegen trat keine Reaktion im obern Theile des Dünndarms ein.

Zur epikritischen Besprechung dieses Versuches übergehend, stelle ich zunächst die postmortalen Capacitäten übersichtlich zusammen:

Speiseröhre	= 200 Cc.			
Magen	= 2400 „			
Dünndarm	= 970 „	= 970 Cc.		
Blinddarm	= 110 „	= 110 „		
Dickdarm	= 500 „	= 500 „		
Summa . .	= 4180 „	= 1580 Cc.		

Die postmortale Capacität des gesammten Darms 1580 Cc.
„ vitale „ „ Darms . . . . . 360 „

Differenz . . 1220 Cc.

Die vitale Capacität des Darms für Wasser beträgt 22.7 % der postmortalen. Auf 1 Kilo Hund berechnet ergeben sich folgende Verhältnisse:

Die vitale Capacität = 25 Cc., die postmortale Capacität = 109.7 Cc.

Die injicirten 360 Gramm Blutlaugensalzlösung vertheilten sich also über die verschiedenen Theile des Tractus intestinalis:

Blind- und Dickdarm	= 140 Grm.
unterer Dünndarm	= 220 „
Summa	= 360 Grm.

Der Dickdarm nahm demnach 38.8 %, der Dünndarm 61.2 % der vitalen Capacität auf.

Man kann hier auch noch eine genauere Rechnung anstellen und die Erfüllung des unteren Theils des Dünndarms nebst Blinddarm und Dickdarm im Leben mit der postmortalen vergleichen. Die vitale Capacität verhält sich dann zur postmortalen = 360 : 1010 oder die vitale beträgt 35.6 % der postmortalen.

Dreissigster Versuch.

Derselbe wurde mit der Hündin Schweitzer am 23. September 1872 in analoger Weise wie der 29. Versuch angestellt.

Die mit der 6080 Grm. schweren Hündin vorgenommenen Bestimmungen der vitalen Capacität des Darms lieferten als Mittelwerth mehrerer Versuche: 280 Grm.

Man schritt nun zur Bestimmung der postmortalen Capacitäten. Zu dem Zweck wurde die Hündin ganz wie die des 29. Versuches traktirt, nur erhielt sie ihrem Körpergewicht entsprechend 0.12 Grm. Curare injicirt. Weiter wur-

den bei ihr, bevor die Injektion der 280 Grm. blutwarmen $^1/_2$ % wässrigen Blutlaugensalzlösung geschah, die Bauchdecken durch Kreuzschnitte geöffnet.

Resultate der Inspektion.

Die Injektionsflüssigkeit durchdrang nicht nur den ganzen Dickdarm, der dabei aufgebläht und extendirt wurde, sondern auch einen Theil des Dünndarms und dieser Theil entwickelte sich in dem Maasse als die Flüssigkeit eindrang.

Nachdem die ganze Menge injicirt war, schritt man zur Unterbindung, welche in analoger Weise und an entsprechenden Stellen wie beim 29. Versuche ausgeführt wurde. Sodann wurde die Hündin getödtet.

Resultate der Messung.

	Genuiner Zustand.	Strotzend mit Wasser gefüllt.
I. Speiseröhre.		
Länge	35.5 Cm.	— Cm.
Umfang	— „	10 „
Inhalt	— „	205 Cc.
II. Magen		
Inhalt	— „	1600 „
III. Dünndarm		
a) oberer Theil		
Länge	164 „	211 Cm.
Umfang	5 „	8 „
Inhalt	— „	530 Cc.
b) unterer Theil		
Länge	82 „	131 Cm.
Umfang	— „	$6^1/_4$ „
Inhalt	160 Cc.	300 Cc.
IV. Dickdarm		
Länge	25 Cm.	47 Cm.
Umfang	9 „	10 „
Inhalt	120 Cc.	310 Cc.

Die in den Darmkanal eingespritzte Blutlaugensalzlösung konnte mit Eisenchlorid genau verfolgt werden. Man erhielt durch den ganzen Dickdarm hindurch eine sehr starke Reaktion mit Eisenchlorid, ebenso in dem untern Theile des Dünndarms. In dem obern Theile desselben konnte jedoch kein Blutlaugensalz nachgewiesen werden.

Die postmortalen Capacitäten stellen sich übersichtlich so zusammen:

Speiseröhre	=	205 Cc.
Magen	=	1600 „
Dünndarm	=	830 „
Blind- und Dickdarm . . .	=	310 „
Summe . .	=	2945 Cc.

Die postmortale Capacität des Darms .	=	1140 Cc.
„ vitale „ „ „ .	=	280 „
Differenz . .	=	860 Cc.

Die vitale Capacität des Darms für Wasser beträgt 24.5 % der postmortalen. Auf 1 Kilo Hund kommen 41.9 Cc. der vitalen und 170.6 Cc. der postmortalen Capacität.

Die injicirten 280 Grm. Flüssigkeit vertheilten sich so auf die einzelnen Darmabschnitte, dass der Dickdarm 42.8%, der Dünndarm 57.2% davon aufnahmen.

Auch bei diesem Versuche kann eine genauere Rechnung angestellt werden, wenn man die vitale Capacität des Darms mit der postmortalen des untern Darmabschnitts vergleicht. Die vitale verhält sich dann zur postmortalen wie 280 : 610 oder sie beträgt 46% der postmortalen.

Einunddreissigster Versuch.

Die Hündin „Mohr" wog am

14. Oktober 1872 nach einer Leibesentleerung 15000 Grm. Sie wurde jetzt zu einer Bestimmung der vitalen Capacität für Wasser ausersehen. Das Ergebniss dieser Bemühung war, dass der Darm der Hündin 370 Cc. blutwarmes Wasser zurückbehielt. Da das Thier bissig und in jeder Beziehung widerwärtig war, so konnten die Bestimmungen der vitalen Capacität nicht öfter wiederholt werden.

Am 15. Oktober 1872 beschloss man die postmortalen Capacitäten der Speisewege der Hündin für Wasser festzustellen und zur Tödtung des Thieres Curare zu verwenden. Auch sollte zugesehen werden, welche Lage und Form der Darm der Hündin annehmen würde, wenn der Kanal derselben mit 500 Cc. einer $^1/_2$ % wässerigen Lösung von Blutlaugensalz beschickt würde. Zur sichern Erreichung dieser verschiedenen Ziele ging man ganz systematisch vor.

Zunächst wurde die Hündin gemessen. Sie wog um

9ʰ 0ᵐ: 14500 Grm., hatte also seit gestern 500 Grm. Körperstoffe eingebüsst. Die Länge der Hündin von der Schnauze bis zur Wurzel des Schwanzes betrug 89 Cm., die Länge des Schwanzes aber 14 Cm., die gesammte Länge demnach 103 Cm. Der Brustumfang war 60, die Länge eines Vorderbeins 36, die eines Hinterbeins 40 Cm.

9ʰ 46ᵐ: Injektion von 0.2 Grm. mit Wasser verriebenes Curare in den Unterhautzellstoff des Rückens. Tracheotomie, Unterhaltung der Respiration, Unterbindung der Speiseröhre, Zunähen des Afters, Einfügung der Canüle in denselben etc.

$10^h\ 14^m$: Injektion von 500 Cc. einer blutwarmen $^1/_2$ % wässerigen Lösung von Ferrocyankalium durch die Canüle. Bauchschnitt, Inspektion der Unterleibsorgane, Umschnürung verschiedener Stellen des Darms, Tödtung des Hundes etc.

Ergebnisse der Inspektion.

Der Dickdarm des Hundes hat sich sehr stark entwickelt und seine Lage merklich geändert. Er sieht wie eine Wurst aus und seine Oberfläche ist mit vielen Blutgefässen versehen.

Auch das Coecum ist entwickelt.

Der Dünndarm ist walzenförmig, aber viel weniger stark als der Dickdarm und das Coecum und ist mit vielen Blutgefässen überdeckt. Der Kanal ist mit Injektionsflüssigkeit versehen, aber eine eigentliche Spannung nicht bemerklich.

Ergebnisse der Messung.

	Genuiner Zustand.		Strotzend mit Wasser gefüllt.	
I. Speiseröhre				
Länge	38	Cm.	33	Cm.
Umfang	4	„	12	„
Inhalt	—	„	320	Cc.
II. Magen				
Inhalt	—	„	2560	„
III. Dünndarm				
a) oberste Hälfte				
Länge	128	„	188	Cm.
Umfang	4	„	8	„
Inhalt	40	Cc.	780	Cc.
b) unterste Hälfte				
Länge	128	Cm.	203	Cm.
Umfang	4	„	7	„
Inhalt	15	Cc.	805	Cc.
IV. Blinddarm				
Länge	—	„	37	Cm.
Umfang	—	„	12	„
Inhalt	—	„	165	Cc.
V. Dickdarm				
Länge	50	Cm.	86	Cm.
Umfang	$12^1/_4$	„	$14^1/_4$	„
Inhalt	450	Cc.	1000	Cc.
VI. Harnblase				
Inhalt	—	„	900	„

Mit Eisenchlorid konnte die Verbreitung des Blutlaugensalzes im Darmkanale vom After bis zum Pylorus hin nachgewiesen werden.

Zusammenstellung der postmortalen Capacitäten.

Speiseröhre	=	320 Cc.
Magen	=	2560 „
Dünndarm	=	1585 „
Blinddarm	=	165 „
Dickdarm	=	1000 „
Gesammter Speisekanal	=	5630 Cc.
Harnblase	=	900 Cc.

Postmortale Capacität des gesammten Darmkanals	=	2750 Cc.
Vitale Capacität des Darms	=	370 „
Differenz	=	2380 Cc.

Die vitale Capacität beträgt also 13.5 % der postmortalen Capacität. Auf 1 Kilo Hund berechnet beträgt die vitale Capacität des Darms 25.5 Cc., die postmortale 190 Cc.

Die curarisirte Hündin bekam 500 Cc. Blutlaugensalzlösung in den Darm gespritzt. Diese ganze Menge Flüssigkeit wurde im ausgeschlachteten Darme wieder nachgewiesen und dazu noch ein Plus von 5 Grm. Stoffen, die schon vor der Einspritzung im Darme gewesen waren. Setzt man die ganze Menge der eingespritzten Flüssigkeit = 100 und berechnet auf diesen Werth den genuinen Werth des Dick- und Blinddarms und des Dünndarms, so erhalten wir folgende Werthe:

Dick- und Blinddarm	90 %
Dünndarm	11 %

Zweiunddreissigster Versuch.

20. Oktober 1872.

Männlicher 12100 Grm. schwerer Schäferhund.

Die vitale Capacität des Darms dieses Hundes für Wasser hatte sich bei mehreren Versuchen durchschnittlich zu 370 Grm. herausgestellt. Man wünschte nun auch die postmortale Capacität des Darms für Wasser kennen zu lernen und überdies zu wissen, wie 1000 Cc. Wasser, dem Darmrohr überliefert, dasselbe erfüllen und die Form desselben ändern. Der Hund wurde desshalb um

9^h 36^m mit einer Injektion einer wässrigen Verreibung von 0.2 Grm. Curare in den Unterhautzellstoff versehen. Dann Tracheotomie, Unterbindung der Speiseröhre, Zunähen des Afters etc.

9^h 57^m: Injektion von 500 Cc. einer blutwarmen $^1/_2$ % wässrigen Lösung von Ferrocyankalium durch die Kanüle in den Darm.

10^h 6^m: Injektion weiterer 500 Cc. derselben Lösung in den Darm.

Alsbald darnach Oeffnung der Bauchhöhle, Besichtigung der darin enthaltenen Organe, Abschnürung verschiedener Theile des Tractus intestinalis, Tödtung des Hundes, Ausschneidung der Organe etc.

Resultate der Messung.

	Genuiner Zustand.	Strotzend mit Wasser gefüllt.
I. Speiseröhre		
Länge	36 Cm.	37 Cm.
Umfang	8.5 „	14.5 „
Inhalt	80 Cc.	325 Cc.
II. Magen		
Inhalt	120 „	3595 „
III. Dünndarm		
a) obere Hälfte		
Länge	128 Cm.	223 Cm.
Umfang	7.5 „	8.5 „
Inhalt	305 Cc.	915 Cc.
b) untere Hälfte		
Länge	128 Cm.	182 Cm.
Umfang	7 „	8 „
Inhalt	215 Cc.	800 Cc.
IV. Blinddarm		
Länge	25 Cm.	36 Cm.
Umfang	7 „	10 „
Inhalt	25 Cc.	120 „
V. Dickdarm		
Länge	37 Cm.	63 Cm.
Umfang	10 „	11.5 „
Inhalt	260 Cc.	525 Cc.
VI. Harnblase		
Inhalt	— „	505 „

Das Blutlaugensalz war wirklich bis in die Speiseröhre gelangt und konnte hier wie sonst überall im Speisekanal mit Eisenchlorid nachgewiesen werden.

Zusammenstellung der postmortalen Capacitäten.

Speiseröhre	=	325 Cc.
Magen	=	3595 „
Dünndarm	=	1715 „
Blinddarm	=	120 „
Dickdarm	=	525 „
Gesammter Speisekanal	=	6280 Cc.
Harnblase	=	505 Cc.

Postmortale Capacität des gesammten Darms	=	2360 Cc.
Vitale „ „ Darms	=	370 „
Differenz	=	1990 Cc.

Die vitale Capacität beträgt also 15.6 % der postmortalen. Auf 1 Kilo Hund berechnet beträgt die vitale Capacität 30.6 Cc., die postmortale 195 Cc.

Die der curarisirten Hündin injicirte Blutlaugensalzlösung betrug 1000 Cc., die verschiedenen Abschnitte des Speisekanals lieferten aber bei der Sektion 1005 Cc., also die ganze eingespritzte Menge. Die einzelnen Theile des Speisekanals enthielten folgende Procente der eingespritzten Masse:

Speiseröhre	=	8 %
Magen	=	12 „
Dünndarm	=	52 „
Blinddarm	=	2.5 „
Dickdarm	=	26 „

Dreiunddreissigster Versuch.

Am 9. Oktober 1872 wurden der Hündin „Pommer“ nach gehabter Leibesentleerung Injektionen von blutwarmem Wasser durch den After in den Darm gemacht, bei denen sich der Werth der vitalen Capacität des Darms für Wasser zu 960 Cc. herausstellte. Die Hündin wog vor der Injektion 13390 Grm. und, nachdem das Zurückspritzen des injicirten Wassers aufgehört hatte, 14350 Grm. Die Differenz ist 960 Grm. und auch die direkte Controle des injicirten Wassers ergab diesen Werth. Aehnliche Werthe waren schon während der Zeit vom 1. bis 8. Oktober gewonnen worden.

Da nun auch die postmortale Capacität des Darms festgestellt werden sollte, so beschloss man, das Thier zu curarisiren und überhaupt wie früher zu behandeln und dem Thiere dann 960 Cc. einer blutwarmen $^1/_2$ % Lösung von Ferrocyankalium durch die in den After befestigte messingene Kanüle in den Darm

zu injiciren. An die Unterbindung der Speiseröhre hatte aber Niemand gedacht und diese Unterlassung gab dem Versuche eine unerwartete Wendung. Ich komme darauf später zurück.

Resultate der Messung des lebenden Thieres.

Die Hündin wog am 10. Oktober 13500 Grm. Ihre gesammte Länge war 107 Cm., von der Nasenspitze bis zur Schwanzwurzel maass sie 78 Cm., der Schwanz hatte eine Länge von 29, das Vorderbein von 37, das Hinterbein von 43 Cm., der Brustumfang betrug 58, der Kopfumfang dicht vor den Ohren 35 Cm.

Resultate der Inspektion der Unterleibsorgane.

Der Dünndarm hatte die Form einer dünnen Wurst, war fleischfarben und auf diesem Colorit hoben sich die rothen Blutgefässe, von denen die Arterien stark pulsirten, ab. Der Dickdarm war stärker extendirt als der Dünndarm, dabei auch lichter gefärbt, röthlichweiss und liess auch er viele Blutgefässe bemerken.

Resultate der Messung des Speisekanals etc.

	Genuiner Zustand.	Strotzend mit Wasser gefüllt.
I. Speiseröhre		
Länge	34 Cm.	34 Cm.
Umfang	3.5 „	11 „
Inhalt	43 Cc.	330 Cc.
II. Magen		
Inhalt	275 „	2475 „
III. Dünndarm		
a) obere Hälfte		
Länge	128 Cm.	188 Cm.
Umfang	$6^1/_4$ „	$8^1/_2$ „
Inhalt	50 Cc.	575 Cc.
b) untere Hälfte		
Länge	128 Cm.	166 Cm.
Umfang	$6^1/_4$ „	$6^1/_4$ „
Inhalt	100 Cc.	450 Cc.
IV. Blinddarm		
Inhalt	— „	80 „
V. Dickdarm		
Länge	36 Cm.	75 Cm.
Umfang	11 „	12 „
Inhalt	265 Cc.	830 Cc.
VI. Harnblase		
Inhalt	— „	1110 „

Das Blutlaugensalz war in allen Theilen des Speisekanals bis in die Speiseröhre mit Eisenchlorid nachzuweisen.

Ausserdem ist noch zu bemerken, dass die Schleimhaut des Dickdarms mit einer froschlaichähnlichen Masse überdeckt war, die sich massenhaft in die Falten hineinzog. Die Bildung dieser Materie war unzweifelhaft die Folge der mit der Hündin angestellten Klystierversuche.

Zusammenstellung der postmortalen Capacitäten.

Speiseröhre	= 330	Cc.
Magen	= 2475	„
Dünndarm	= 1025	„
Blinddarm	= 80	„
Dickdarm	= 830	„
Gesammter Speisekanal . .	= 4740	Cc.
Harnblase	= 1110	Cc.

Postmortale Capacität des gesammten Darms	= 1935	Cc.
Vitale „ „ Darms	= 960	„
Differenz . .	= 975	Cc.

Die vitale Capacität beträgt also 49.5% der postmortalen. Auf 1 Kilo Hund berechnen sich vitale Capacität des Darms = 71 Cc., postmortale = 143 Cc.

Die Hündin hatte, während sie curarisirt dalag, eine Injektion von 960 Cc. Blutlaugensalzlösung erhalten; aber die Leiche bot nur folgende Posten dieser Lösung:

Speiseröhre	43	Cc.
Magen	275	„
Dünndarm	150	„
Blind- und Dickdarm	265	„
Summe . .	733	Cc.

Vergleicht man dieselbe mit der eingespritzten Menge, so ergibt sich eine Differenz von 227 Cc. Diese Menge war durch die Speiseröhre und das Maul der Hündin abgeflossen, weil die Unterbindung der Speiseröhre unterlassen worden war. Vor der Schnauze des Thiers fand sich auf dem Operationstisch eine grosse

Menge Flüssigkeit ausgebreitet, die [illegible]
chlorid geprüft als eine Lösung von [illegible]
zu erkennen gab. Grade aus diesem Verlust wurde [illegible]
anlassung genommen, bei andern Versuchen [illegible]
zu unterbinden.

Generelle Auffassung

Als ich die in diesem Abschnitte zum [illegible]
perimentaluntersuchung begann, hoffte ich [illegible]
sultate zu erhalten, als ich sie wirklich [illegible]
Uebersichtstafel lässt ein bedeutendes Schwanken [illegible]
werthe erkennen, welche die in Procenten der [illegible]
ausgedrückte vitale Capacität des Darms [illegible]

Nro. der Versuche	Geschlecht der Hunde	Körpergewicht in Gramm	Vitale Capacität des Darms in Cc.	[illegible]
29.	weiblich	14400	[illegible]	
30.	„	6680	[illegible]	
31.	„	14500	[illegible]	
32.	männlich	12100	[illegible]	
33.	weiblich	13500	[illegible]	

Als ich die gering[illegible]
Procenten der postmortalen [illegible]
des Darms für Wasser [illegible]
gesetzter experimenteller [illegible]
ein, wie thöricht es [illegible]
zu erwarten. Die [illegible]
blutwarmen Wasser [illegible]
suches behielt, a[illegible]

Wasser traktirt wurde, an die 1000 Cc. davon im Darme zurück. Diese Behauptung enthält keinen Irrthum, denn der Versuch wurde öfter wiederholt und lieferte immer dasselbe Ergebniss. Diesem Thiere gegenüber hatte ich mit andern Hunden zu schaffen, die viel weniger Wasser in ihren Därmen zurückbehielten. Wahrscheinlich lassen die Intestina verschiedener Hunde das eingespritzte blutwarme Wasser bis zu verschiedenen Darmabschnitten gelangen. Bei manchen Hunden gelangte das eingespritzte Wasser wohl nicht über das Bereich des Dickdarms hinweg; der Dünndarm öffnet sich in solchen Fällen dem Wasser wenig. Bei andern Hunden liegen die Verhältnisse unzweifelhaft umgekehrt. Der Dünndarm ist bei solchen Hunden für das Wasser ebenso zugänglich wie der Dickdarm. Grade die Hündin des 33. Versuches liess bei verschiedenen Gelegenheiten, die erst später detaillirt besprochen werden können, nach fortgesetzten Klystieren ein auffallendes Erbrechen bemerken. Das Wasser war bei dieser Hündin sicher bis an den Pylorus gelangt, vielleicht gar bis in den Magen. Die Thiere der übrigen Versuche liessen dagegen keine derartigen Erscheinungen bemerken.

Um zu andern allgemeinen Betrachtungen überzugehen, so glaube ich hier darlegen zu müssen, was die Injektionen der $1/2\,\%$ wässrigen Lösungen des Ferrocyankaliums bei den curarisirten Hunden gelehrt haben.

Nummer der Versuche	Wie viel Cc. Blutlaugensalzlösung wurden in den Darm injicirt?	Wie war die injicirte Flüssigkeit im Speisekanal verbreitet?
29.	360	Erfüllt den Dickdarm und den untern Abschnitt des Dünndarms.
30.	280	Wie vorher.
31.	500	Im Dickdarm und Dünndarm verbreitet.
32.	1000	Durch den ganzen Speisekanal, selbst bis in die Speiseröhre verbreitet.
33.	960	Wie vorher.

Bei einem und demselben Hund wird der Darm um so mehr und um so weiter nach vorwärts mit Flüssigkeit gefüllt werden, je grösser die Menge der injicirten Flüssigkeit ist. Was aber bei demselben Hunde sich bewahrheitet, wird auch bei 2 gleich grossen und alten Hunden derselben Race so ziemlich zutreffen. Die Därme zweier Dachshunde von gleicher Grösse werden um so gleichmässiger mit Wasser erfüllt werden, je genauer die Mengen des injicirten Wassers übereinstimmen. Verschieden grosse Injektionen werden bei diesen Thieren verschiedene Einlagen bewirken.

Da das Blutlaugensalz der eingespritzten Flüssigkeit mit Eisenchlorid überaus leicht nachweisbar ist, so konnte bei jedem curarisirten Hunde auch mit dem genannten Reagens darüber Licht verbreitet werden, bis wohin die ausgeführte Injektion vorgedrungen war. Nicht bei jeder Sektion konnte das Blutlaugensalz durch den ganzen Speisekanal nachgewiesen werden, wohl aber in 2 recht interessanten Fällen, nämlich beim 32. und 33. Versuche, die im Vorhergehenden ausführlich besprochen wurden.

Dass die Form und Gestalt des Darms unter dem Einflusse von Wasserklystieren sich bedeutend ändert, wer möchte das bezweifeln. Wir haben aber auch die Aenderungen der Form und Gestalt und der Lage der Därme mit unseren Augen in den curarisirten Hunden gesehen, wir haben sie thatsächlich nachgewiesen, sodass die darauf gerichteten Behauptungen keine Vermuthungen, sondern wohl erwiesene Sätze sind. Wegen der Einzelheiten dieser Verhältnisse verweise ich auf das vorgetragene Detail.

Ich glaube die generelle Betrachtung dieses Abschnitts nicht eher einstellen zu dürfen, bis ich noch eine Aufgabe gelöst habe, auf deren Beantwortung an dieser Stelle ich schon früher hinwies. Jetzt, nachdem alle Versuche ausführlich besprochen sind, bei denen Bestimmungen der postmortalen Capacitäten des Speisekanals ausgeführt wurden, ist es nöthig, eine Generaltabelle aufzuführen.

Uebersichtstafel der absoluten und relativen Werthe der postmortalen Capacitäten des Speisekanals.

	Nummer der Versuche	25	26	29	30	31	32	33
	Körpergewicht der Hunde in Grm.	21170	12270	14400	6680	14500	12100	13500
Absolute Werthe.	Speiseröhre . . .	435 Cc.	230 Cc.	200 Cc.	205 Cc.	320 Cc.	325 Cc.	330 Cc.
	Magen	5300 „	2415 „	2400 „	1600 „	2560 „	3595 „	2475 „
	Dünndarm . . .	1875 „	1230 „	970 „	830 „	1585 „	1715 „	1025 „
	Blinddarm . . .	145 „	100 „	110 „	— „	165 „	120 „	80 „
	Dickdarm . . .	1050 „	575 „	500 „	310 „	1000 „	525 „	830 „
	Summe	8805 „	4550 „	4180 „	2945 „	5630 „	6280 „	4740 „
In Procenten der postmortalen Capacität des gesammten Speisekanals.	Speiseröhre . . .	4.94 %	5.05 %	4.78 %	6.96 %	5.63 %	5.17 %	6.96 %
	Magen	60.19 „	53.08 „	57.42 „	54.33 „	45.47 „	57.25 „	52.21 „
	Dünndarm . . .	21.30 „	27.04 „	23.21 „	28.18 „	28.15 „	27.31 „	21.62 „
	Blinddarm . . .	1.65 „	2.19 „	2.63 „	— „	2.93 „	1.91 „	1.69 „
	Dickdarm . . .	11.93 „	12.61 „	11.96 „	10.53 „	17.77 „	8.36 „	17.52 „
Auf 1 Kilo Hund berechneter Werth.	Speiseröhre . . .	20.55 Cc.	18.7 Cc.	14.0 Cc.	30.7 Cc.	22.1 Cc.	27.0 Cc.	24.4 Cc.
	Magen	250.35 „	197.0 „	166.6 „	239.5 „	176.5 „	297.1 „	176.0 „
	Dünndarm . . .	88.56 „	100.0 „	67.4 „	124.2 „	109.3 „	141.7 „	76.0 „
	Blinddarm . . .	6.84 „	8.1 „	7.6 „	— „	11.4 „	9.9 „	6.0 „
	Dickdarm . . .	49.59 „	47.0 „	34.7 „	46.4 „	69.5 „	43.4 „	61.5 „
	Summe	415.89 „	370.8 „	290.3 „	410.8 „	388.8 „	519.1 „	343.9 „

Die allgemeinsten Abstraktionen dieser Tafel habe ich schon früher abgehandelt. Ich kann darauf hier nicht wieder eingehen.

X. Verhält sich verschieden temperirtes Wasser im Darme des Hundes verschieden oder nicht?

Im vorigen Abschnitt habe ich nachgewiesen, dass der Darm des Hundes grössere Mengen von blutwarmem Wasser aufzunehmen und zurückzubehalten vermag. Er verhält sich so zu sagen freundlich gegen nicht allzu grosse Mengen von blutwarmem Wasser. Ob er sich zu eiskaltem Wasser ebenso verhält, das ist eine Frage, die man zwar schon oft zu beantworten gesucht hat, aber nicht auf experimentellem Wege. Ich wünschte die beregte Frage grade auf diesem Wege zum Austrag zu bringen. Auch wünschte ich zu wissen, wie sich 10°, 20°, 30° u. s. w. warmes Wasser im Hundedarm verhält. Ich habe mich längere Zeit mit Klystierversuchen beschäftigt, bei welchen die Wirkungen verschieden temperirten Wassers auf den Darm der Hunde eingehend studirt wurden. Da die Versuche nicht alle nach einem Schema ausgeführt wurden, so muss im Berichte eines jeden das Nähere darüber gesagt werden.

Vierunddreissigster Versuch.

Die Hündin Phylax wurde, wie schon gemeldet, am 8. Oktbr. 1872 mit Curare vergiftet, weil die postmortale Capacität ihres Speisekanals gemessen werden sollte. Auch hatte sie schon dazu gedient, die vitale Capacität des Darms zu messen und wir konnten bei ihr das Verhältniss der vitalen zur postmortalen Capacität genau fixiren. Ueber alles dieses wurde schon früher (S. 29. Versuch) gehandelt. Ich komme desshalb hier nochmals auf diese Hündin zu reden, weil sie während der Zeit vom 2. — 8. Oktober zu einer Experimental-Untersuchung diente, die darauf gerichtet war, das Verhalten gleicher und ungleicher Mengen gleich und ungleich temperirten Wassers im Hundedarm zu studiren.

Die Hündin wurde bei diesen Versuchen also gehalten. Nach stattgefundener Leibesentleerung wurde sie so auf den Tisch gestellt, dass ihr mit Leichtigkeit ein Klystier gesetzt werden konnte.

Dasselbe war abgemessen und betrug 100 oder 200 oder 300 Cc. Wasser. Die genau bestimmte Temperatur der Flüssigkeit war 0° oder 10, 20, 30, 40, 50 oder 60° C. Höhere Temperaturgrade wurden nicht experimentirt, weil sie nur Störungen in die Versuchsreihe gebracht haben würden. Nach jeder Einspritzung wurde die Hündin so gehalten, dass sie gern auf dem Tische blieb und sich in der Regel niederlegte. Ihr After wurde aber nicht zugehalten, überhaupt unberührt gelassen, so dass die Hündin volle Freiheit über den Ausgang des Darmkanals besass. Sie konnte, wenn sie dazu genöthigt war, das eingespritzte Wasser wieder zurückgeben und sie that dies auch bei belästigenden Injektionen.

Die Hündin wurde nach jeder Wasserinjektion wenigstens eine Stunde lang auf dem Tische gehalten und genau beobachtet. Ueber die Veränderungen des Thiers wurden genaue Protokolle aufgenommen, deren Excerpte ich jetzt folgen lasse.

Zur Anbahnung eines tieferen Einblickes in die Verhältnisse glaube ich erst alle Klystierversuche besprechen zu müssen, bei welchen je 100 Cc. injicirt wurden. Dann werde ich die Versuche erörtern, bei welchen grössere Mengen (200 oder 300 Cc.) zur Verwendung kamen.

A. 4. Oktober. 10ʰ 14ᵐ. G. d. H. (Gewicht des Hundes) = 13650 Grm.
Inj. (Injektion) von 100 Cc. 0° C. warmen Wassers durch den After in den Darm.
Die Hündin behält die ganze Injektion bei sich und zeigt nichts auffallendes.

B. 5. Okt. 11ʰ 22ᵐ. G. d. H. = 14300 Grm.
Inj. von 100 Cc. 10° C. warmen Wassers.

Die Hündin legt sich darnach ruhig hin, bleibt so liegen und behält das ganze Wasser bei sich.

C. 3. Okt. 8ʰ 55ᵐ. G. d. H. = 13330 Grm.
Inj. von 100 Cc. 20° C. warmen Wassers.

Bleibt auf dem Tische liegen, leckt oft am Anus, behält jedoch das Wasser.

D. 2. Okt. 4ʰ 42ᵐ. G. d. H. = 13630 Grm.
Inj. von 100 Cc. 30° C. warmen Wassers.

Kurze Zeit darauf bemerkt man eine nicht lang andauernde starke Speichelabsonderung mit Abtropfen aus dem Maule; später liegt der Hund ruhig auf dem Tische und behält das Wasser bei sich.

E. 2. Okt. 3ʰ 40ᵐ. G. d. H. = 13630 Grm.
Inj. von 100 Cc. 40° C. warmen Wassers.

Auch bei diesem Versuche lässt der Hund bald einen nicht lange anhaltenden Speichelfluss erkennen, leckt ausserdem viel an dem Anus, verhält sich aber sonst gut und behält die Flüssigkeit bei sich.

F. 3. Okt. 4ʰ 17ᵐ. G. d. H. = 13560 Grm.
Inj. von 100 Cc. 50° C. warmen Wassers.

Der Hund verhält sich gut, leckt etwas am Anus. 20ᵐ nach der Injektion zeigt sich am After eine undulirende Bewegung, wohl durch krampfige Affektion der Muskeln bedingt. Trotzdem der Hund wahrscheinlich Drang zum Entleeren fühlte, behält er doch das Wasser bei sich.

G. 8. Okt. 9ʰ 47ᵐ. G. d. H. = 14420 Grm.
Inj. von 100 Cc. 60° C. warmen Wassers.

Schon bei der Einführung der Spritze winselte der Hund. Während der Injektion sträubte er sich stark, gab Klagetöne von sich und liess alsbald das Wasser im Strahle fahren.

H. 7. Okt. 9ʰ 25ᵐ. G. d. H. = 14410 Grm.
Inj. von 200 Cc. 0° C. warmen Wassers.

Kaum war die Injektion gemacht, so liess das Thier Flüssigkeit aus dem After wieder ausfliessen. Den Rest behielt der Hund während einer Stunde im Darme; derselbe bewirkte anfangs Borborygmen, die jedoch bald aufhörten.

I. 7. Okt. 3ʰ 40ᵐ. G. d. H. = 14620 Grm.
Inj. von 200 Cc. 10° C. warmen Wassers.

Der Hund setzt sich auf den Tisch, zeigt nichts auffallendes. Er behält die Menge bei sich.

K. 5. Okt. 9ʰ 0ᵐ. G. d. H. = 14190 Grm.
Inj. von 200 Cc. 30° C. warmen Wassers.

Der Hund verhält sich ganz gut und behält die Menge bei sich.

L. 5. Okt. 3ʰ 10ᵐ. G. d. H. = 14820 Grm.
Inj. von 200 Cc. 40° C. warmen Wassers.

Der Hund behält die Menge bei sich.

M. 5. Okt. 10ʰ 33ᵐ. G. d. H. = 14490 Grm.
Inj. von 200 Cc. 50° C. warmen Wassers.

Der Hund verhält sich unruhig, lässt nach 12ᵐ unter Klagetönen etwas aus dem After abfliessen. Das Abfliessen wird immer stärker und wird desshalb der Versuch unterbrochen.

N. 7. Okt. 6ʰ 4ᵐ. G. d. H. = 14350 Grm.
Inj. von 300 Cc. 10° C. warmen Wassers.

Die erste Spritze voll behält der Hund zurück, die Entleerung der zweiten hält sehr schwer und ist noch nicht bis zur Hälfte geschehen, als Rückspritzen eintritt.

O. 7. Okt. 10ʰ 30ᵐ. G. d. H. = 14550 Grm.
Inj. von 300 Cc. 30° C. warmen Wassers.

Die Einspritzung hatte denselben Erfolg, wie der vorhergehende Versuch. Auch hier wurde das Wasser zurückgespritzt.

P. 7. Okt. 5ʰ 15ᵐ. G. d. H. = 14620 Grm.
Inj. von 300 Cc. 40° C. warmen Wassers.

Die Menge blieb eine Minute lang bei dem Hunde; dann aber begann das Entleeren des Darms, wobei der Hund hetzend athmete, eine grosse Aufregung und Unruhe zeigte, bis die Entleerung ganz erfolgt war.

Zur epikritischen Besprechung des eben Vorgetragenen mich jetzt wendend, glaube ich zunächst eine recht übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten Thatsachen vorführen zu müssen.

100 Cc. destillirtes Wasser dem Hunde als Klystier beigebracht zeigten folgende Wirkungen:

von 0° C. keine Ausleerung, aber Abkühlung.
„ 10° „ „ „ „ „ (geringer als vorher!)
„ 20° „ „ „ „ „ („ „ „)
„ 30° „ „ „ „ „ („ „ „)
„ 37° „ „ „ keine „
„ 40° „ „ „ aber Erwärmung.
„ 50° „ „ „ „ „ (bedeutender als vorher!)
„ 60° „ „ „ „ „ „ „ „

200 Cc. destillirtes Wasser dem Hunde als Klystier beigebracht bewirkten:

von 0° C. Ausleerung; zuvor Abkühlung.
„ 10° „ keine „ aber „ (geringer als vorher!)
„ 20° „ „ „ „ „ („ „ „
„ 30° „ „ „ „ „ („ „ „
„ 37° „ „ „ keine „
„ 40° „ „ „ aber Erwärmung.
„ 50° „ Ausleerung. zuvor „

300 Cc. Wasser als Klystier applicirt bewirkten:

von 0° C. Ausleerung zuvor Abkühlung.
„ 10° „ „ „ „ (geringer als vorher!)
„ 20° „ „ „ „ („ „ „)
„ 30° „ „ „ „ („ „ „)
„ 37° keine Ausleerung.
„ 40° Ausleerung, zuvor Erwärmung.
„ 50° „ „ „

Eine graphische Darstellung der Wirkung der Klystiere ist noch übersichtlicher.

Im folgenden System kann man die „ausleerenden“ und die „nicht ausleerenden Klystiere“ leicht überblicken. Die mit 0 bezeichneten Felder zeigen die „nicht ausleerenden Klystiere“ an.

	100 Cc.	200	300	400
0° C.	0			
10° „	0	0		
20° „	0	0		
30° „	0	0		
37° „	0	0	0	
40° „	0	0		
50° „	0			
60° „				

Eine graphische Darstellung der thermischen Verhältnisse der Klystiere lässt sich auch ausführen, aber nicht ohne Anwendung von Farben, wesshalb ich darauf verzichte, eine solche auszuarbeiten.

Die Bildung allgemeiner Sätze auf Grund des bisher Vorgetragenen hat keine Schwierigkeit.

Compendiöse Wasserklystiere wirken nur dann ausleerend, wenn ihre Temperatur die des Darms bedeutend übersteigt, wenn sie die Nerven stark reizen, ein stärkeres Brennen veranlassen und dadurch unerträglich werden. Je mehr die Temperatur compendiöser Wasserklystiere mit der des Darms übereinstimmt, um so weniger wirken sie ausleerend, um so leichter werden sie tolerirt und endlich resorbirt.

Voluminöse Wasserklystiere wirken um so sicherer ausleerend, je mehr ihre Temperatur von der des Darms differirt. Voluminöse kalte und heisse Klystiere vermag der Darm nicht zu behalten, er muss sie wegen des mächtigen Reizes wieder ausgeben; die Reize sind aber bedingt theils durch die Temperaturdifferenz, theils durch die Distension des Darms.

Schliesslich mag noch hervorgehoben werden, dass bei jedem aus destillirtem Wasser bestehenden Klystiere 2 Wirkungsfaktoren unterschieden werden können: 1) das Volumen und 2) die Temperatur des Wassers; wer diese Verhältnisse festhält, kann bei der Zurüstung von Wasserklystieren nicht leicht irren.

Fünfunddreissigster Versuch.

Die Hündin Pommer, über die wir schon früher handelten (s. Versuch 33), hatte eine vitale Capacität für blutwarmes Wasser im Betrage von 960 Cc. erkennen lassen. Gerade wegen dieser bedeutenden Zugänglichkeit ihres Darms für Wasser hielt man das Thier zu Klystierversuchen für recht geeignet. Es wurde mit Klystieren von 100 und 300 Cc. traktirt.

Die Resultate können nach Analogie des 34. Versuches also dargestellt werden.

A. 4. Okt. 72. $10^h\ 16^m$. G. d. H. = 13550 Grm.
Inj. von 100 Cc. 0° C. warmen Wassers.

Der Hund behält die Flüssigkeit bei sich.

B. 2. Okt. $12^h\ 5^m$. G. d. H. = 13730 Grm.
Inj. von 100 Cc. 20° C. warmen Wassers.

Der Hund behält das Wasser bei sich.

C. 8. Okt. $11^h\ 0^m$. G. d. H. = 13730 Grm.
Inj. von 100 Cc. 30° Cc. warmen Wassers.

Der Hund behält die ganze Menge.

D. 2. Okt. $9^h\ 54^h$. G. d. H. = 13730 Grm.
Inj. von 100 Cc. 40° C. warmen Wassers.

Auch diese Menge leerte der Hund nicht aus.

E. 7. Okt. $3^h\ 40^m$. G. d. H. = 13620 Grm.
Inj. von 300 Cc. 10° C. warmen Wassers.

Ausser etwas Frösteln zeigte der Hund nichts Auffallendes.

F. 7. Okt. $11^h\ 0^m$. G. d. H. = 13250 Grm.
Inj. von 300 Cc. 20° C. warmen Wassers.

Das Thier beträgt sich gut.

G. 5. Okt. $9^h\ 15^m$. G. d. H. = 13820 Grm.
Inj. von 300 Cc. 30° C. warmen Wassers.

Keine Ausleerung der Flüssigkeit.

H. 5. Okt. $3^h\ 24^m$. G. d. H. = 13770 Grm.
Inj. von 300 Cc. 40° C. warmen Wassers.

Auch hierbei nichts Auffallendes.

J. 6. Okt. $10^h\ 42^m$. G. d. H. = 13700 Grm.
Inj. von 300 Cc. 50° C. warmen Wassers.

Ausser dem Eintreten einer frequenteren Respiration lässt sich nichts Abnormes bemerken.

Stellt man die Ergebnisse dieser Versuchsreihe übersichtlich zusammen, so sieht man, dass durch diese Klystiermengen bei der Hündin Pommer keine Ausleerungen bewirkt werden konnten, was man leicht begreift, wenn man bedenkt, wie gross die vitale Capacität des Darms der Hündin war. Nur eine Veränderung der Temperatur wurde bewirkt.

Sechsunddreissigster Versuch.

Auch hier möchte ich eine ganze Reihe von Versuchen besprechen. Sie wurden alle an der Hündin Pommer angestellt. (Siehe Vers. 33 u. 35). Da diese Hündin für modificirte Capacitätsbestimmungen ganz besonders qualificirt zu sein schien, so erhob ich ihr gegenüber die Frage, wie gross ist die vitale Capacität ihres Darms für eiskaltes sowie für anders temperirtes Wasser? Die Beantwortung dieser Frage möchte wohl einiges Interesse besitzen.

Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt. Die Hündin wurde nach einer Leibesentleerung gewogen und auf den Arbeitstisch gebracht. Dann erhielt sie Wasserklystiere von bestimmter Temperatur, bis die injicirte Flüssigkeit wieder zurückzufliessen begann. Hatte das Ausfliessen aufgehört, so wurde die Hündin wieder gewogen.

Resultate.

A. 8. Okt. 1872. 12ʰ 15ᵐ. G. d. H. = 13400 Grm.
Injektionen von 0° C. warmen Wassers in den Darm, solange bis Zurückfliessen eintrat.
2. Wgg. (Wägung) = 13830 Grm. — Z. W. (Zurückbehaltenes Wasser) = 430 Grm.

B. 9. Okt. 11ʰ 15ᵐ. G. d. H. = 13440 Grm.
Inj. von 10° C. warmen Wassers etc.
2. Wgg. = 13950 Grm. — Z. W. = 510 Grm.

C. 7. Okt. 10ʰ 30ᵐ. G. d. H. = 13750 Grm.
Inj. von 20° C. warmen Wassers etc.
2. Wgg. = 14400 Grm. — Z. W. = 650 Grm.

D. 6. Okt. 4ʰ 30ᵐ. G. d. H. = 13560 Grm.
Inj. von 30° C. warmen Wassers etc.
2. Wgg. = 14260 Grm. — Z. W. = 700 Grm.

E. 6. Okt. 11ʰ 45ᵐ. G. d. H. = 13400 Grm.
Inj. von 40° C. warmen Wassers etc.
2. Wgg. = 14100 Grm. — Z. W. = 700 Grm.

F. 9. Okt. 5ʰ 0ᵐ. G. d H. = 13850 Grm.
Inj. von 50° C. warmen Wasser etc.
2. Wgg. = 14440 Grm. — Z. W. = 590 Grm.

Man wird zugeben müssen, dass die vorgeführte Versuchsreihe ganz interessante Resultate lieferte. Zusammengestellt ergibt sich folgende Ziffernreihe:

0^0 C.	=	430 Cc.
10^0 „	=	510 „
20^0 „	=	650 „
30^0 „	=	700 „
37^0 „	=	960 „
40^0 „	=	700 „
50^0 „	=	590 „

Trüge man diese Werthe in ein Coordinatensystem ein und verbände die gewonnenen Punkte mit Linien, so erhielten wir eine Curve, die die Capacität des Darms der Hündin Pommer für Wasser von 0^0 bis 50^0 C. ausdrückte. Ich glaube, die Anfertigung einer solchen Curve unterlassen zu müssen.

Man sieht schon aus der vorgeführten Uebersichtstafel, dass der Darmkanal des Hundes viel mehr blutwarmes Wasser aufzunehmen und zurückzuhalten vermag, als ein kaltes oder hochtemperirtes Wasser. Der Grund liegt in der Reizlosigkeit des blutwarmen und der starken Reizbarkeit des andern Wassers.

Siebenunddreissigster Versuch.

Die Hündin Mohr, von der schon früher die Rede war (siehe Vers. 31), wurde auch zu einer Versuchsreihe hergenommen, die auch interessante Resultate lieferte.

Höchst wahrscheinlich reagirt der Hundedarm auf die successive — discontinuirliche — Einführung des Wassers anders als auf die kontinuirliche. Diese Vermuthung sollte zum Gegenstand der Untersuchung gemacht werden.

Die Hündin wurde nach der Leibesentleerung gewogen, auf den Tisch gestellt und mit einem Klystier von 100Cc. 37^0 C. warmen Wassers versehen. Nach 5 Minuten wurde die Injektion in derselben Grösse und Temperatur wiederholt und so fort alle 5 Minuten, bis der Darm der Hündin das empfangene Wasser wieder auszugeben begann. Die übrigen Versuche wurden alle nach diesem Muster ausgeführt.

Resultate.

A. 12. Okt. 1872. $9^h\ 50^m$. G. d. H. = 14700 Grm.

$9^h\ 55^m$. Injektion von 100 Cc. 0° C. warmen Wassers in den Darm der Hündin.

$10^h\ 0^m$. 2. „ Die Hündin zittert.

5^m. 3. „

10^m. 4. „

15^m. 5. „ Fortdauerndes Zittern.

20^m. 6. „

$10^h\ 22^m$. Aus dem After des Hundes kommt ein Strahl Wasser gespritzt.

B. 14. Okt. $4^h\ 40^m$. G. d. H. = 15000 Grm.

$4^h\ 45^m$. Injektion von 100 Cc. 10° C. warmen Wassers.

50^m. 2. „

55^m. 3. „

$4^h\ 56^m$. Aus dem After spritzt das Wasser zurück.

C. 11. Okt $4^h\ 0^m$. G. d. H. = 14500 Grm.

$4^h\ 5^m$. Injektion von 100 Cc. 20° C. warmen Wassers.

10^m. 2. „

15^m. 3. „

20^m. 4. „

25^m. 5. „

30^m. 6. „

35^m. 7. „

40^m. 8. „

43^m. Die ersten Tropfen fallen aus dem After.

$4^h\ 45^m$. Das Wasser läuft im Strahle ab.

D. 12. Okt. $4^h\ 0^m$. G. d. H. = 15000 Grm.

$4^h\ 5^m$. Injektion von 100 Cc. 30° C. warmen Wassers.

10^m. 2. „

15^m. 3. „

20^m. 4. „

25^m. 5. „

30^m. 6. „

35^m. 7. „

40^m. 8. „

42^m. Es fliesst Wasser im Strahle ab.

E. 11. Okt. $10^h\ 40^m$. G. d. H. = 14520 Grm.

$10^h\ 45^m$. Injektion von 100 Cc. 37° C. warmen Wassers.

50^m. 2. „

55^m. 3. „

$11^h\ 0^m$. 4. „

5^m. 5. „

10^m. 6. „

15^m. 7. „

20^m. 8. „

$11^h\ 24^m$. Die ersten Tropfen fallen aus dem After.

[illegible]

[illegible] Das Wasser [illegible] aus dem After.

Um den Darm der Hündin zum [illegible] von Wasser zu bringen, wurden aufgewandt:

bei	[illegible] C.	[illegible] Cc.
„	[illegible] „	[illegible] „
„	20[illegible] „	[illegible] „
„	30[illegible] „	[illegible] „
„	37° „	900 „
„	40° „	500 „
„	50° „	700 „

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Hündin viel mehr blutwarmes Wasser in ihrem Darm zurückbehielt, als bei der früher stattgefundenen continuirlichen Application. Sie hatte früher bei den gewöhnlichen Capacitätsbestimmungen nur 370 Cc. blutwarmes Wasser zurückbehalten, jetzt aber bei der successiven Zuleitung des Wassers 800 Cc. Die Differenz dieser Ziffern ist höchst bedeutend, aber eine Erklärung dieser Verhältnisse ist nicht schwierig. Wenn das Wasser portionsweise dem Darme überliefert wird, so dehnt er sich allmälig viel stärker aus, als wenn er auf einmal mit einer grössern Wassermenge überfluthet wird. Bei der successiven Zuführung des Wassers findet der Darm so zu sagen Zeit zur Ausdehnung, bei der einmaligen und plötzlichen Wasserzuführung aber nicht. Er wird zu rasch bestürmt und kann sich nicht accomodiren. Man kann die hier in

Rede stehende Verschiedenheit der Verhältnisse auch anders ausdrücken. Bei der discontinuirlichen Zuleitung des Wassers verhallen die gesetzten schwachen Reize in den Zwischenzeiten. Eine solche Ausgleichung der Reize kann aber bei der continuirlichen einmaligen Zuleitung von Wasser nicht stattfinden, wesshalb die Reaktion des Darmrohrs viel rascher wach gerufen wird.

Bei dem Gebrauche des Wassers von 10° C. ist ein unbemerkt gebliebener Fehler aufgekommen. Die Ziffer 300 in vorstehender Uebersichtstafel ist viel zu klein, sie müsste, wie man sehr leicht einsieht, 700 Cc. heissen. Auch der bei 40° C. eingetragene Werth von 500 Cc. ist zu gering. Das Versuchsthier, mit welchem ich zu schaffen hatte, war, wie ich schon früher angab, bissig und sehr widerwärtig. Man darf sich desshalb mehr darüber wundern, dass so viele brauchbare Ziffern bei ihm gewonnen werden konnten, als darüber, dass nur 2 Versuche keine annehmbaren Ziffern lieferten.

XI. Beeinflusst ein wohlgesetztes und zurückgehaltenes Wasser-Klystier die Harnbereitung des Hundes?

Bereits im Jahre 1852 führte mein Vater eine Reihe von Versuchen aus, mit welchen bewiesen wurde, dass wohlgesetzte und zurückgehaltene Wasserklystiere die Harnbereitung des Menschen recht merklich beeinflussen.[1]) Gern hätte mein Vater diese Untersuchung auch auf den Hund ausgedehnt, aber Behinderungen verschiedener Art liessen ihn nicht dazu kommen. Mein Vater stellte mir schon im Sommer 1871 die Aufgabe, den Einfluss des in den Hundedarm gespritzten Wassers auf die Harnbereitung des Hundes auf experimentellem Wege darzuthun. Ich habe die auf die Wasserresorption bezüglichen Untersuchungen aber erst in der Zeit vom 20. September bis 3. Oktober 1872 ausführen können. Wie ich experimentirte und was sich dabei ergab, soll jetzt vorgetragen werden.

Die bis dahin gut genährte und gehaltene Hündin Pommer (dieselbe, welche auch zu andern bereits besprochenen Versuchen diente. Siehe Versuch 33, 35 und 36) wurde am 19. September Abends 6 Uhr nach reichlicher Abfütterung in ein leeres Zimmer

1) Archiv f. physiolog. Heilkunde. XI. Jhrgg. 1852. S. 754 etc.

eingesperrt. Am 20. September Morgens 7 Uhr wurde die Hündin katheterisirt, gewogen und in die im Laboratorium befindliche Hundehütte gesetzt. Sie blieb darin nüchtern wie sie war bis 8 Uhr, worauf sie wieder katheterisirt wurde. Auch um 9 Uhr wurde ihr wieder der Urin entzogen. Kurz nach 9 Uhr empfing die Hündin ein Klystier von 500 Cc. blutwarmen Wassers, dessen Verbleiben im Darm gesichert werden musste. Die Hündin wurde deshalb auf dem Tische niedergelegt und ihr After mit einem aufgesetzten Finger geschlossen. Diese Ueberwachung und Behütung der Hündin wurde 2 Stunden lang fortgesetzt; sodann wurde sie wieder in die Hütte gebracht und darin den Tag über gelassen. Stündlich wurde die Hündin katheterisirt und der so gewonnene Urin genau untersucht. Abends nach Schluss der Untersuchung erhielt sie reichliche Kost.

Die Resultate dieses Versuches und der übrigen nach diesem Muster ausgeführten Versuche wurden alle protokollirt und werde ich sie jetzt hier besprechen.

Achtunddreissigster Versuch.

20. September 1872.

Körpergewicht Morgens 7 Uhr = 14150 Grm.
„ Mittags 3 „ = 14040 „
7 Uhr: Temperatur = 15.5° C. Barometer = 27'' 4.5'''. —
3 „ „ = 17.5° „ „ = 27'' 4.0'''.

Stunde	Harnmenge in Cc.	Farbe	Reaktion	Specifisches Gewicht	Sonstige Bemerkungen
7—8h	26	hellgelb	alkalisch	1016.8	
8—9h	13	„	„	1022.1	
9h 5m:	Einspritzung von 500 Cc. 37° C. warmem Aqua destillata in den Darm.				
9—10	101	blassgelb	neutral	1002.5	
10—11	179	wasserhell	„	1000.5	
11—12	66	blassgelb	„	1002.0	
12— 1	84	hellgelb	sauer	1008.9	
1— 2	24	„	„	1014.3	
2— 3	20	„	„	1015.1	
7—9h	39	—	—	—	
Mittel	19.5	—	—	1019.45	
9—3h	424	—	—	—	
Mittel	70.7	—	—	1007.2	

70.7 — 19.5 = 51.2 × 6 = 307.2 Cc.
500 — 307.2 = 193 Cc.

9 — 10ʰ	= 81.5 Cc.	=	16.3 %.
10 — 11	= 159.5 „	=	31.9 „
11 — 12	= 46.5 „	=	9.3 „
12 — 1	= 14.5 „	=	2.9 „
1 — 2	= 4.5 „	=	0.9 „
2 — 3	= 0.5 „	=	0.1 „
Summa	= 307.0 Cc.	=	61.4 %.
Eingespritzt	= 500.0 „	=	100.0 „
Deficit	= 193.0 Cc.	=	38.6 %.

Neununddreissigster Versuch.

25. September 1872.

Körpergewicht Morgens 8 Uhr = 13550 Grm.
„ Abends 6 „ = 13490 „

8 Uhr. Temperatur = 15° C.; Barometer = 27″ 3.5‴.
6 „ „ = 18° „ „ = 27″ 4.5‴.

Stunde	Harnmenge in Cc.	Farbe	Reaktion	Specifisches Gewicht	Sonstige Bemerkungen
8 — 9ʰ	7.0	gelb	sauer	1033.9	
9 — 10	10.0	„	„	1033.0	
10ʰ 5ᵐ:	Einspritzung von 500 Cc. 37° C. warmem Aqua destillata in den Darm.				
10 — 11	37.0	hellgelb	sauer	1009.0	
11 — 12	124.0	wasserhell	„	1002.5	
12 — 1	70.0	„	„	1002.0	12ʰ 40ᵐ: Bricht etwas gelbe trübe Flüssigkeit aus.
1 — 2	68.0	„	„	1002.5	
2 — 3	65.0	blassgelb	„	1003.0	
3 — 4	30.0	„	„	1009.3	
4 — 5	24.0	hellgelb	„	1014.8	
5 — 6	19.5	„	„	1016.8	
8 — 10ʰ	17.0	—	—	—	
Mittel	8.5	—	—	1033.5	
10 — 6ʰ	437.5	—	—	—	
Mittel	54.7	—	—	1007.5	

54.7 — 8.5 = 46.2 × 8 = 369.6 Cc.
500 — 369.6 = 130.4 Cc.

10—11h	= 28.5 Cc.	=	5.7 %	
11—12	= 115.5 „	=	23.1 „	
12—1	= 61.5 „	=	12.3 „	
1—2	= 59.5 „	=	11.9 „	
2—3	= 56.5 „	=	11.3 „	
3—4	= 21.5 „	=	4.3 „	
4—5	= 15.5 „	=	3.1 „	
5—6	= 11.0 „	=	2.2 „	
Summa	= 369.5 Cc.	=	73.9 %.	
Eingespritzt	= 500.0 „	=	100.0 „	
Deficit	= 130.5 Cc.	=	26.1 %	

Vierzigster Versuch.

28. September 1872.

Körpergewicht Morgens 8 Uhr = 13480 Grm.
„ Abends 6 „ = 13600 „

8 Uhr. Temperatur = 15° C.; Barometer = 27″ 6.0‴.
6 „ „ = 20° „ „ = 27″ 5.0‴.

Stunde	Harnmenge in Cc.	Farbe	Reaktion	Specifisches Gewicht	Sonstige Bemerkungen
8—9h	7.0	gelb	sauer	1050.0	
9—10	4.0	„	„	1021.0	
10h 20m:	Einspritzung von 500 Cc. 37° C. warmem Aqua destillata in den Darm.				
10—11	7.5	gelb	sauer	1039.2	Hat starke Defäcation gehabt.
11—12	8.0	„	„	1029.0	
12—1	32.0	blassgelb	„	1008.1	
1—2	64.5	„	„	1004.0	
2—3	50.0	„	„	1004.5	
3—4	40.0	„	„	1006.5	
4—5	42.0	„	„	1006.0	
5—6	7.5	gelb	„	1032.6	
8—10h	11.0	—	—	—	
Mittel	5.5	—	—	1035.5	
10—6h	251.5	—	—	—	
Mittel	31.4	—	—	1016.2	

31.4 — 5.5 = 26 × 8 = 208 Cc.
500 — 208 = 292 Cc.

10—11h	=	2.0 Cc.	=	0.1 %.
11—12	=	2.5 „	=	0.5 „
12—1	=	26.5 „	=	5.3 „
1—2	=	59.0 „	=	11.8 „
2—3	=	44.5 „	=	8.9 „
3—4	=	34.5 „	=	6.9 „
4—5	=	36.5 „	=	7.3 „
5—6	=	2.0 „	=	0.4 „
Summa	=	207.5 Cc.	=	41.5 %.
Eingespritzt	=	500.0 „	=	100.0 „
Deficit	=	292.5 Cc.	=	58.5 %.

Einundvierzigster Versuch.

1. Oktober 1872.

Körpergewicht Morgens 8 Uhr = 13740 Grm.
„ Abends 6 „ = 13.80 „

8 Uhr. Temperatur = 15° C, Barometer = 27″ 7.5‴.
6 „ „ = 20° „ „ = 27″ 7.0‴.

Stunde	Harnmenge in Cc.	Farbe	Reaktion	Specifisches Gewicht	Sonstige Bemerkungen
8—9h	15.0	gelb	sauer	1038.7	
9—10	15.0	„	„	1038.9	
10h 15m:	Einspritzung von 500 Cc. 37° C. warmem Aqua destillata in den Darm.				
10—11	53.0	hellgelb	sauer	1009.5	
11—12	190.0	blassgelb	„	1001.0	
12—1	121.0	„	„	1002.7	
1—2	55.0	hellgelb	„	1008.5	
2—3	29.0	„	„	1015.0	
3—4	28.0	„	„	1016.0	
4—5	31.0	„	„	1012.0	
5—6	15.0	gelb	„	1028.0	
8—10h	30.0	—	—	—	
Mittel	15.0	—	—	1038.8	
10—6h	522.0	—	—	—	
Mittel	65.2	—	—	1011.6	

65.2 — 15.0 = 50.2 × 8 = 401.6 Cc.
500 — 402 = 98 Cc.

10—11ʰ	=	38.0 Cc.	=	7.6 %.
11—12	=	175.0 „	=	35.0 „
12— 1	=	106.0 „	=	21.2 „
1— 2	=	40.0 „	=	8.0 „
2— 3	=	14.0 „	=	2.8 „
3— 4	=	13.0 „	=	2.6 „
4— 5	=	16.0 „	=	3.2 „
5— 6	=	— „	=	0.0 „
Summa	=	402.0 Cc.	=	80.4 %.
Eingespritzt	=	500.0 „	=	100.0 „
Deficit	=	98.0 Cc.	=	19.6 %.

Zweiundvierzigster Versuch.

3. Oktober 1872.

Körpergewicht Morgens 8 Uhr = 13440 Grm.
„ Abends 6 „ = 13430 „

8 Uhr. Temperatur = 17.2° C.; Barometer = 27″ 4.5‴.
6 „ „ = 20° „ „ = 27″ 4.0‴.

Stunde	Harnmenge in Cc.	Farbe	Reaktion	Specifisches Gewicht	Sonstige Bemerkungen
8— 9ʰ	7.0	gelb	sauer	1036.4	
9—10	7.0	„	„	1033.6	
10ʰ 5ᵐ:	Einspritzung von 500 Cc. 37° C. warmem Aqua destillata in den Darm.				
10—11	9.0	gelb	sauer	1024.4	
11—12	52.0	hellgelb	„	1004.5	
12— 1	131.0	wasserhell	„	1001.5	Der Hund hat Aufstossen.
1— 2	76.0	blassgelb	„	1003.0	
2— 3	66.0	„	„	1004.0	
3— 4	31.0	„	„	1007.4	
4— 5	46.0	„	„	1005.3	
5— 6	29.0	„	„	1008.0	
8—10ʰ	14.0	—	—	—	
Mittel	7.0	—	—	1035.0	
10—6ʰ	440.0	—	—	—	
Mittel	55.0	—	—	1007.2	

55.0 — 7.0 = 48 × 8 = 384 Cc.
500 — 384 = 116 Cc.

10—11^h	= 2 Cc.	=	0.4 %.
11—12	= 45 „	=	9.0 „
12—1	= 124 „	=	24.8 „
1—2	= 69 „	=	13.8 „
2—3	= 59 „	=	11.8 „
3—4	= 24 „	=	4.8 „
4—5	= 39 „	=	7.8 „
5—6	= 22 „	=	4.4 „
Summa	= 384 Cc.	=	76.8 %.
Eingespritzt	= 500 „	=	100.0 „
Deficit	= 116 Cc.	=	23.2 %.

Generelle Auffassung.

Wir haben jetzt die 5 letzten Tafeln unter allgemeinen Gesichtspunkten zusammenzufassen.

A. Generaltabelle der stündlichen Harnmengen.

Nummer der Versuche:	38.	39.	40	41.	42.
Stündliche Harnmenge in:					
A. Vor der Einspritzung:					
vorletzte Stunde =	26	7	7	15	7
letzte „ =	13	10	4	15	7
0^h 5—15^m: Einspritzung von Aqua destillata in den Darm in Cc.	500	500	500	500	500
B. Nach der Einspritzung:					
1. Stunde =	101	37	7.5	53	9
2. „ =	179	124	8	190	52
3. „ =	66	70	32	121	131
4. „ =	34	68	64.5	55	76
5. „ =	24	65	50	29	66
6. „ =	20	30	40	28	81
7. „ =	—	24	42	31	46
8. „ =	—	19.5	7.5	15	29
Menge der beiden Stunden vor der Einspritzung (α) =	39	17	11	30	14
Mittel =	19.5	8.5	5.5	15	7
Menge der 2 ersten Stunden				243	
nach der Einspritzung(β) =	280	161	15.5	243	61
Mittel =	140	80.5	7.7	121.5	30.5
Gesammtmenge nach der Einspritzung =	424	437.5	251.5	522	440
Mittel =	70.7	54.7	31.4	65.2	55

Diese Tafel ist in allen ihren Theilen leicht verständlich.

Die Hündin Pommer producirte nach Ausweis der oben gemachten Zusammenstellung in den Frühstunden, während sie ganz nüchtern war, sparsame Harnspecimina, die stündlich 4—26 Cc. betrugen.

Woher sollte sie auch das Material zu ausgiebigen Urinmengen entnehmen, da sie zur Zeit des Beginnes des Versuchs nüchtern war und 12 Stunden vorher die letzte Mahlzeit eingenommen hatte?

Vergleicht man die Ausgiebigkeit der Nieren der Hündin für 2 Stunden vor der Einspritzung mit den 2 ersten Stunden nach der Einspritzung, so kann man nicht mehr im Zweifel darüber sein, dass der Darm der Hündin das mit der Spritze eingebrachte Wasser zunächst dem Blute und weiterhin den Nieren überlieferte. Die in die Reihe α der vorstehenden Tabelle eingetragenen Zahlen sind fast durchweg beträchtlich kleiner als die Zahlen der correspondirenden Reihe β.

Dass das Wasser vom Darme der Hündin aufgesogen und in den Körper gebracht wurde, sieht man auch recht klar ein, wenn man die Ziffern nach den verticalen Columnen durchgeht. Ein solches Ansteigen der Ziffern, wie es die eben bezeichneten Columnen ausweisen, ist nur dann möglich, wenn den Nieren eine bedeutende Bezugsquelle von harnbildendem Material geöffnet wurde. Sie bezogen aber das zur vermehrten Harnbildung nöthige Wasser aus dem Darm, denn von keiner andern Stelle des Körpers konnte eine solche grosse Menge von Wasser genommen werden.

Das anliegende Coordinatensystem V enthält eine graphische Darstellung der bei der Hündin gewonnenen Ergebnisse der stündlichen Harnentziehung.

Die vor der Nullordinate befindlichen Curvenschenkel bewegen sich zwischen geringwerthigen Abscissen, weil die Hündin vor der Wassereinführung keine reichlichen Urinmengen produciren konnte.

Die rechts von der Nullordinate befindlichen Curven können keinen Zweifel darüber lassen, dass das in den Darm der Hündin geführte Wasser im allgemeinen rasch resorbirt und rasch den Nieren zur Ausscheidung überliefert wurde.

Obwohl jede der 5 Curven hinter der Nullordinate ein bedeutendes Dreieck bildet, so sind doch die Züge und Dimensionen der-

selben wieder verschieden. Die Resorption des Wassers im Darme der Hündin geschah nicht immer mit derselben Geschwindigkeit, bez. das resorbirte Wasser wurde nicht immer mit gleicher Geschwindigkeit von den Nieren in Empfang genommen und ausgefördert.

Die Curve 38 imponirt besonders durch rasches Emporgehen hinter der Nullordinate, aber sie steigt nicht so hoch als die Curve 41. Das Dreieck der zuletzt genannten Curve ist auch geräumiger und man sieht schon aus dem graphischen Aufriss der Curve, dass die Nieren der Hündin beim 41. Versuch mehr Harn ausförderten, als beim 38. Versuch.

Die Curve 39 erreichte keinen hohen Gipfel, aber sie fiel auch nicht so rasch als andere Curven. In der That lieferte die Hündin beim 39. Versuch merklich mehr Urin als beim 38.

Die Curve des 40. Versuchs lässt auf den ersten Blick sehen, dass das Klystierwasser von dem Darme der Hündin nur zum kleinsten Theil resorbirt wurde. Aber die Hündin hatte auch eine Ausleerung von Wasser durch den After. Man begreift somit, dass die Nieren des Thieres bei dem genannten Versuche nicht so ausgiebig sein konnten als bei andern.

Auf eine Vergleichung des Coordinatensystems V mit den analogen Systemen I und III kann ich jetzt nicht eingehen, weil mich diese Discussion zu weit führen würde. Auch muss ich später auf diesen Gegenstand zurückkommen, weil ich die Absicht habe, die Resorption des Wassers im Zellstoff und seine Elimination durch die Nieren in analoger Weise zu besprechen.

B. Generaltabelle der specifischen Gewichte.

Nummer der Versuche	38.	39.	40.	41.	42.
Specifisches Gewicht des Urins					
A. Vor der Einspritzung:					
vorletzte Stunde =	1016.8	1033.9	1050	1033.7	1036.4
letzte „ =	1022.1	1033	1021	1038.9	1033.6
0^h 5—15^m: Einspritzung von Aqua destillata in den Darm in Cc.	500	500	500	500	500
B. Nach der Einspritzung:					
1. Stunde =	1002.5	1009	1039.2	1009.5	1024.4
2. „ =	1000.5	1002.5	1029	1001	1004.5
3. „ =	1002	1002	1008.1	1002.7	1001.5
4. „ =	1008.9	1002.5	1004	1008.5	1003
5. „ =	1014.8	1003	1004.5	1015	1004
6. „ =	1015.1	1009.3	1006.5	1016	1007.4
7. „ =	—	1014.8	1006	1012	1005.3
8. „ =	—	1016.8	1032.6	1028	1008
Durchschnittliches specifisches Gewicht der Urine					
vor der Einspritzung (α) =	1019.5	1033.5	1035.5	1038.8	1035
nach „ „ (β) =	1007.2	1007.5	1016.2	1011.6	1007.2

Vergleicht man die aus dieser Tafel gezogenen Mittelwerthe α und β miteinander, so sieht man sofort, dass in Bezug auf die Concentration der Urine vor und nach der Einspritzung des Wassers meist ein grosser Unterschied ist. Denn während wir vor der Einspritzung des Wassers meist sehr schwere Urine finden, da ja die Hündin im nüchternen Zustande sich befand, stossen wir nach der Einspritzung auf sehr niedrige specifische Gewichte, auf verdünnten Urin. Diese starke Verdünnung des Urins kann nur darin ihren Grund haben, dass das Wasser aus dem Darme den Nieren resp. dem Harne zugeführt wurde.

C. Generaltabelle der an dem Urin bemerkten Reaktionen.

Nummer der Versuche	38.	39.	40.	41.	42.
Reaktion der Urine:					
A. Vor der Einspritzung:					
vorletzte Stunde =	alkalisch	sauer	sauer	sauer	sauer
letzte „ =	„	„	„	„	„
$0^h\,5-15^m$: Einspritzung von Aqua destillata in den Darm in Cc.	500	500	500	500	500
B. Nach der Einspritzung:					
1. Stunde =	neutral	sauer	sauer	sauer	sauer
2. „ =	„	„	„	„	„
3. „ =	„	„	„	„	„
4. „ =	sauer	„	„	„	„
5. „ =	„	„	„	„	„
6. „ =	„	„	„	„	„
7. „ =	—	„	„	„	„
8. „ =	—	„	„	„	„

Die alkalische Beschaffenheit des beim 38. Versuch zuerst erhobenen Harns hat ihren Grund darin, dass die Hündin unmittelbar zuvor an der Scheide operirt worden war. Es war somit etwas alkalisches Blutserum mit dem Harn in Berührung gebracht. Bei allen andern Versuchen hatten wir immer saueren Urin, entsprechend der Regel, dass der Harn nüchterner Hunde sauer reagirt. Die Wasserinjektionen in den Darm vermochten die Reaktion des Harns nicht zu ändern.

D. Generaltabelle der bemerkten Farben.

Nummer der Versuche	38.	39.	40.	41.	42.
Farbe der Urine:					
A. Vor der Einspritzung:					
vorletzte Stunde =	hellgelb	gelb	gelb	gelb	gelb
letzte „ =	„	„	„	„	„
0^h 5—15^m: Einspritzung von Aqua destillata in den Darm in Cc.	500	500	500	500	500
B. Nach der Einspritzung:					
1. Stunde =	blassgelb	hellgelb	gelb	hellgelb	gelb
2. „ =	wasserhell	wasserhell	„	blassgelb	hellgelb
3. „ =	blassgelb	„	blassgelb	„	wasserhell
4. „ =	hellgelb	„	„	hellgelb	blassgelb
5. „ =	„	blassgelb	„	„	„
6. „ =	„	„	„	„	„
7. „ =	—	hellgelb	„	„	„
8. „ =	—	„	gelb	gelb	„

Man sieht aus dieser Tafel, dass die Hündin vor der Wassereinspritzung meist gelb gefärbte Urine lieferte. Nach der Einspritzung producirte sie wenigstens zur Zeit, wo die Harnmenge vermehrt war, wasserhellen oder blassgelben Urin. War das Wasser durch die Nieren abgelaufen, so wurde der Harn wieder gelber.

E. Gleichung der Einnahmen und Ausgaben.

Wie viel Wasser wurde in den Darm gespritzt?	Wie viel von dem eingespritzten Wasser wurde durch die Nieren wieder eliminirt?		
	In Cc.?	In % des eingespritzten Wassers?	In welcher Zeit geschah die Elimination?
38. Versuch: 500 Cc.	307.2	61.4	6 Stunden.
39. „ 500 „	369.6	73.9	8 „
40. „ 500 „	208	41.5	8 „
41. „ 500 „	401.6	80.4	7 „
42. „ 500 „	384	76.8	8 „

Diese Tabelle besitzt ein grosses Interesse. Man sieht daraus, dass der Darm der Hündin das ihm überlieferte Wasser nicht einmal so in das Blut förderte, dass die Nieren ein Plus von 90—100 % den Harnmengen überliefern konnten. Es ist dies um so merkwürdiger, als man nach den früher besprochenen Versuchen zugeben muss, dass die vitale Capacität des Darms der Hündin Pommer bedeutender war als die eines jeden andern Hundes. Vom eingespritzten Wasser scheint ein guter Theil im Darme verblieben zu sein. Nimmt man dies an, so erklären sich allerdings die gefundenen Zifferwerthe in der einfachsten Weise.

Beim 40. Versuche entkam, was wir schon mehrmals sagten, ein Theil des injicirten Wassers durch den After.

F. Generaltabelle über die Einwanderung des in den Darm gespritzten Wassers in den Urin.

Nummer der Versuche		38.	39.	40.	41.	42.
Eingeführte Wasserm. in Cc.		500	500	500	500	500
Einwanderung derselben in den Urin:						
A. Absolute Mengen in:		Cc.	Cc.	Cc.	Cc.	Cc.
1. Stunde	=	81.5	28.5	2.0	38 0	2
2. "	=	159.5	115.5	2.5	175	45
3. "	=	46.5	61.5	26.5	106	124
4. "	=	14.5	59.5	59	40	69
5. "	=	4.5	56.5	44.5	14	59
6. "	=	0.5	21.5	34.5	13	24
7. "	=	—	15.5	36.5	16	39
8. "	=	—	11	2	—	22
Summe	=	307	369.5	207.5	402	384
Deficit	=	193	130.5	292.5	98	116
Verglichen zu	=	500	500.0	500.0	500	500
B. Procentische Menge:						
1. Stunde	=	16.3	5.7	0.4	7.6	0.4
2. "	=	31.9	23.1	0.5	35	9
3. "	=	9.3	12.3	5.3	21.2	24.8
4. "	=	2.9	11.9	11.8	8	13.8
5. "	=	0.9	11.3	8.9	2.8	11.8
6. "	=	0.1	4.3	6.9	2.6	4.8
7. "	=	—	3.1	7.3	3.2	7.8
8. "	=	—	2.2	0.4	—	4.4
Summe	=	61.4	73.9	41.5	80.4	76.8
Deficit	=	38.6	26.1	58.5	19.6	23.2
Verglichen zu		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Man sieht aus dieser Tafel, wie das im Darm der Hündin zur Resorption gekommene Wasser den Nieren zukam und mittelst dieser in die Harnwege gebracht wurde.

In der ersten Stunde nach Application des Klystiers fand keine grosse Steigerung der Nierenthätigkeit bei der Hündin statt. Die Elimination schwankte zwischen 0.4 bis 7.6%.

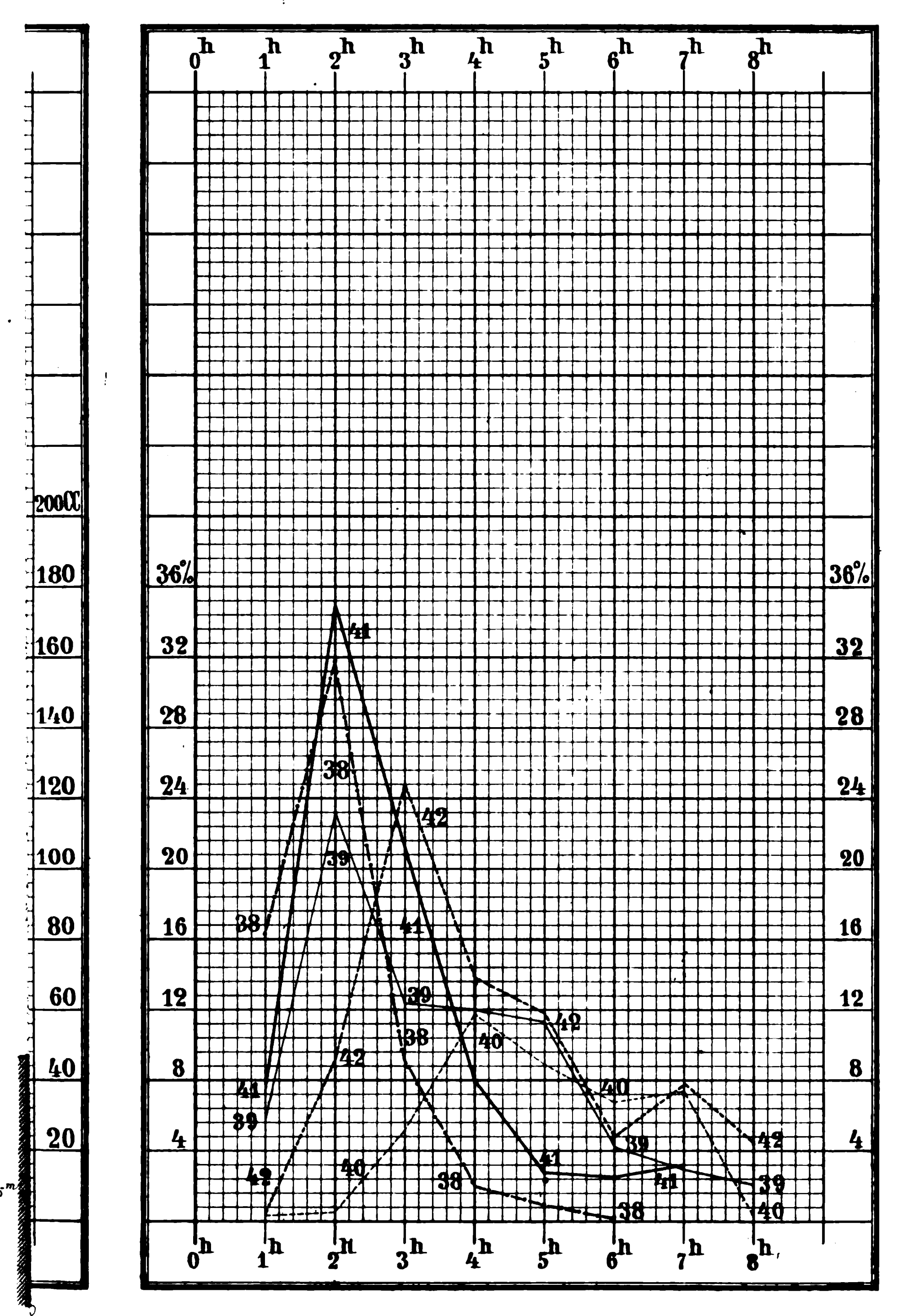
Die zweite Stunde war in der Regel ausgiebiger; aber ich sage in der Regel, denn es kamen auch Ausnahmen vor. Bei 3 Versuchen stellte sich die Elimination in der erwähnten Stunde auf 23 bis 35%. Bei 2 andern war sie viel geringer.

Eine graphische Darstellung der Vorkommnisse habe ich in dem Coordinatensystem VI gegeben. Keine von allen 5 Curven beginnt mit einem höchsten Punkte, sondern alle haben vor dem Gipfel wachsende Schenkel. Die Resorption im Darme der Hündin begann nach der Einspritzung allmälig, steigerte sich allmälig bis zum Gipfel und fiel dann entweder jählings, oder successiv. Die Höhenpunkte der Curven befinden sich meistens auf der 2. Ordinate, eine auf der 3. und eine auf der 4. Als besonders schöne Curven stellen sich die 38., 39 und 41. dar.

Eine Vergleichung des Coordinatensystems VI mit den früher vorgeführten analogen Systemen II und IV glaube ich jetzt noch nicht anstellen zu sollen. Ich komme aber darauf zurück, wenn ich die Einwanderung des Wassers in den Organismus vom Unterhaut-Zellstoff aus nächstens besprechen werde.

System VI.

Elimination des in den Darm eingespritzten Wassers.



Lith Anst. v. Joh. Moises in München



Modificirtes Daniel'sches Hygrometer zur Beobachtung der Feuchtigkeitsschwankungen in der Luft der oberen Erdschichten.

Von

Dr. Pfeiffer
in Weimar.

(Mit einer Abbildung auf Tafel I.)

I. Entsprechend den für die Beobachtung der Erdwärmen angenommenen Tiefen von 0.5, 1 und 3 Meter Tiefe sind 3 Bleidrahtröhren von 2—3 Millimeter Durchmesser in die Erde eingelassen und mit Cement eingekittet. Unten an denselben eine trichterförmige Erweiterung. Die Verbindung mit dem Psychrometer ist in der schematischen Zeichnung veranschaulicht.

II. Das modificirte Daniel'sche Psychrometer. Das Glasgefäss (8″ hoch) ist durch eine Metallplatte durch Fett luftdicht verschlossen. Es wird bei jeder Beobachtung die Feuchtigkeit der im Glas eingeschlossenen Luft bestimmt. Die auf dem Metalldeckel angebrachten 2 Gashähne dienen zum Einsaugen der Luft (Conf. III). In der Mitte des Deckels ist ein Glasrohr eingelassen, an welches unten (*a*) ein fingerhutgrosses, vergoldetes Messingbüchschen eingekittet ist. Bei der Bestimmung des Thaupunktes der im Glase eingeschlossenen Luft wird mit einem Glastrichter circa 1/4 Fingerhut voll Aether in *a* eingeschüttet, dann das Thermometer (*b*) in den Aether hineingestellt und nun mittelst *c* (d. i. ein Gummischlauch mit einem in den Aether tauchenden feinen Glasröhrchen) sehr langsam Luft vom Beobachter eingeblasen. Sobald sich bei *a* eine feine Trübung von Wasserbläschen an dem vergoldeten Endstück der in den Deckel eingelassenen Beobachtungsröhre zeigt, wird am Thermo-

meter der Thaupunkt abgelesen. Zur bequemeren Beobachtung der Thaubildung dient die Brücke'sche Loupe (*d*) (die vom Zeichner auf die verkehrte Seite gebracht wurde, welche jedoch bei einiger Uebung vom Beobachter leicht zu entbehren ist). Mittelst der in jedem Lehrbuch der Physik enthaltenen Psychrometertafeln lässt sich durch die am Thermometer abgelesene Temperatur leicht die in der betreffenden Luft enthaltene Wassermenge berechnen.

Die bisherigen wenigen Beobachtungen ergeben bedeutende und anscheinend nicht regellose Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalt der Bodenluft, so dass sich die regelmässige 5tägige Beobachtung an vielen Orten lohnen wird und ist schon jetzt festgestellt, dass die Bodenluft nicht immer entsprechend der Bodentemperatur mit Wasserdunst gesättigt ist. Empfehlenswerth sind bei I gleichzeitige Bodentemperaturbestimmungen. — Vortheile des modificirten Daniel'schen Psychrometers (auch für die gewöhnlichen oberidischen Beobachtungen) sind: Unbedeutende Fehlerquellen und sehr geringer Aetherverbrauch ($^1/_{10}$ Pfennig pro Beobachtung). Nicht zu gebrauchen ist für Bodenluftbeobachtungen das Instrument, wenn die obern Erdschichten merklich kälter (2—3°C.) sind als die tiefern, d. h. von November bis circa Ende April oder Mitte Mai.

III. Der Saugapparat. Der in chemischen Laboratorien viel gebrauchte Fallsaugapparat. Aus einem hoch aufgestellten Blechreservoir (2 Liter pro 24 Stunden) fällt durch einen Hahn das Wasser tropfenweis in ein weiteres Glasrohr und fliesst von da tropfenweis in einem engeren Rohr ab. Durch die Fallgeschwindigkeit vermehrt sich in letzterem der Zwischenraum zwischen je 2 Tropfen derart, dass der Apparat circa 40 mal mehr Luft aus einer seitlichen Röhre saugt als unten abfliesst. Die Wirkung im Apparat ist durch das Schema veranschaulicht und wird man bei der Enge der Röhren in I den Fallapparat für jede einzelne Beobachtung vorher circa 1 Stunde wirken lassen müssen.

Ueber ein Beispiel von rascher Verbreitung specifisch leichterer Gasschichten in darunter liegenden specifisch schwereren.

Von

M. v. Pettenkofer.

In den weitesten Kreisen ist noch immer die Vorstellung verbreitet, als könnte in einem geschlossenen windstillen Raume eine Schichte Kohlensäure auf dem Boden und atmosphärische Luft darüber lange lagern, ohne dass sich die Gase mischten. Dieser Annahme liegt wesentlich die Thatsache zu Grunde, dass in dieser Weise Schichten von tropfbar flüssigen Körpern von verschiedenem specifischen Gewicht sich verhalten, welche lange übereinander gelagert bleiben, wenn man sie ruhig lässt und nicht durch mechanische Bewegung durcheinandermischt. Aber dieser Annahme stehen die Erfahrungen entgegen, welche Graham und Andere beim Studium der Diffusion und der Diffusionsgeschwindigkeiten der Gase gemacht haben.

Wie oft hört man nicht heutzutage noch, wenn man von Ventilation der Wohnungsräume handelt, die schlechteste Luft im Zimmer sei die am Boden, weil die ausgeathmete specifisch schwerere Kohlensäure sich nach unten senke. Wenn man Jemanden, der diese Vorstellung hat, darauf aufmerksam macht, dass in Wirklichkeit es nicht so sei, dass alle Kohlensäurebestimmungen in bewohnten Räumen nicht nur einen sehr gleichmässigen Gehalt in allen Schichten vom Boden bis zur Decke ergeben, sondern dass sogar an der Decke in der Regel eine Spur mehr als am Boden gefunden werde, so glauben sie das nicht, berufen sich auf angebliche Erfahrungen in Gährkellern, und aber namentlich auf die so-

genannte Hundsgrotte bei Neapel, in der stets ein Schwaden der auf dem Boden ausströmenden Kohlensäure liege, und zwar nur bis zur Höhe von der Grösse kleiner Hunde, welche beim Eintritt in diese Höhle ersticken, während grössere Thiere und namentlich aufrecht gehende oder stehende Menschen gar keine Belästigung in dieser Höhle empfänden.

Wer diese Vorstellung von der schwierigen und langsamen Mischung der Kohlensäure mit atmosphärischer Luft hat, muss natürlich annehmen, dass die unterste Kohlensäureschichte beständig nach aussen oder nach tiefer gelegenen Höhlenräumen hin abfliesse. Zu diesem Glauben hält man sich um so mehr berechtigt, als man ja in jeder Vorlesung über Experimental-Chemie zeigt, dass man Kohlensäure aus einem Glase in ein anderes giessen kann, so dass ein zuvor in diesem angezündetes Kerzenlicht erlischt. Um ein Kerzenlicht auszulöschen, dazu gehört allerdings kein sehr grosser Gehalt der Luft an Kohlensäure; ein Kerzenlicht erlischt schon in einer Luft, die nur vier Procent Kohlensäure enthält; es ist also sehr wohl denkbar, dass in der kurzen Zeit, binnen welcher man aus einem Glase reine Kohlensäure in ein anderes Glas voll atmosphärischer Luft übergiesst, sich diese Kohlensäure mit dem 24 fachen Volum atmosphärischer Luft schon gemischt oder verdünnt hat, so dass das Gemenge, welches man für reine übergegossene Kohlensäure zu halten und auszugeben pflegt, möglicherweise nur mehr aus 4 Procent Kohlensäure und 96 Procent atmosphärischer Luft besteht.

Schon lange hätte ich gerne eine Gelegenheit gehabt, einen Fall zu untersuchen, wo auf einer geschlossenen, allseitig begrenzten Fläche beständig Kohlensäure in ruhig darüberstehende atmosphärische Luft ausströmt, um die Schnelligkeit ihrer Abnahme von unten nach oben, oder was das nämliche ist, die Schnelligkeit des Hinabsteigens der atmosphärischen Luft in die Kohlensäureschichte durch die Kraft der Diffusion bemessen zu können, da diese Verhältnisse bei manchen Fragen der Ventilation der Wohnungsräume von Bedeutung sind.

Diese Gelegenheit fand ich nun dieses Jahr in Marienbad an der Marienquelle. Die Marienquelle seitlich vom alten Badhause gelegen ist mit einem leichten Bretterhause überbaut. Sie ist in

einem Rechtecke 23.7 Meter lang und 11.4 Meter breit gefasst, und das Wasser steht darin durchschnittlich 2 Meter hoch. 110 Centimeter über dem Wasserspiegel liegt auf einer langen und einer schmalen Seite ein Bretterboden mit Geländer, ein Podium, von dem aus man in die Wasserfläche hinabsieht, welche durch stellenweise in grösseren und kleineren Blasen aufsteigende Gase in unaufhörlicher Bewegung erhalten wird, so dass man das vollkommene Bild einer grossen siedenden Wasserfläche hat. Ich kann allerdings keine genaue Maassangabe darüber machen, wieviel Gas sich auf der ganzen Fläche constant entwickelt, aber es lässt sich eine Schätzung machen, welche sicher unter der Wirklichkeit liegt. Wer je die Marienquelle gesehen hat, wird zugeben, dass sich in der Sekunde auf ihrer Fläche mindestens 1 Millimeter Gas entwickelt. Das macht in der Minute 6 Centimeter, und in der Stunde 360 Centimeter.

Vorausgesetzt also, dass das aus der Quelle stetig aufsteigende Gas, was bekanntlich grösstentheils aus Kohlensäure besteht, sich mit der darüber stehenden Luft im Bretterhause nicht merklich mischt, so müsste schon im Zeitraum von einer Stunde die Luft bis zu mehr als 300 Centimeter über dem Wasserspiegel aus Quellengas bestehen und desshalb ganz unathembar sein. Wer das Bretterhaus betritt, steht auf dem Podium mit seinem Kopfe nur etwa 250 bis 260 Centimeter über dem Wasserspiegel, und müsste nach gewöhnlicher Vorstellung in einer vollkommen irrespirablen Luftschichte sich befinden. Es findet aber Jeder, der bei geschlossenen Fenstern und Thüren auf diesem Podium über der Marienquelle steht, nicht die geringste Beschwerde, selbst wenn er stundenlang sich dieser Atmosphäre aussetzt; man lebt darin, wie in gewöhnlicher Luft. Erst unterhalb dem Podium, näher dem Wasserspiegel erlöschen hineingehaltene Kerzenlichter, und mit dem menschlichen Athem geblasene Seifenblasen, die man vom Podium aus hinabfallen lässt, fangen erst in der unmittelbaren Nähe der siedenden Wasserfläche an, nicht weiter zu sinken, sondern ruhig in dieser Luftschichte zu schwimmen.

Das alles reizte mich in hohem Grade, die Abnahme der Kohlensäure vom Spiegel der Quelle anfangend aufwärts zu bestimmen. Ich erkundigte mich bei Herrn Apotheker Brem, was er

etwa von Apparaten zur Hand hätte, um Kohlensäure-Bestimmungen zu machen. Herr Brem war so freundlich, mir einen 50 Cubikcentimeter haltenden, und in $^1/_2$ Cubikcentimeter getheilten Messcylinder und Stücke von geschmolzenem Aetzkali zur Disposition zu stellen. Er und Herr Dr. Dietl waren so freundlich, am Vormittag des 23. August 1872 mir mehrere Stunden zu opfern und mich bei den Versuchen aufs Beste zu unterstützen. Die Methode, welche ich zur Bestimmung der Kohlensäure anwendete, war wesentlich folgende: Der Messcylinder wurde mit dem Wasser der Quelle gefüllt, an einer Schnur befestigt, in ein Glas mit demselben Wasser gefüllt gestellt, und dieses an einer Stange befestigt in verschiedene Tiefen hinabgelassen, und der Messcylinder an der Schnur dann aus dem Glase gehoben. Nachdem das ausfliessende Wasser durch Luft der entsprechenden Luftschichte ersetzt war, wurde der Cylinder wieder ins Glas gesetzt und dieses an der Stange heraufgenommen, um dann in einer improvisirten pneumatischen Wanne mit Aetzkali zur Absorption der Kohlensäure geschüttelt zu werden. Ehe das absorbirte Volumen abgelesen wurde, wurde der Cylinder etc. wieder einige Zeit an den nämlichen Platz gehalten, wo er mit Luft gefüllt worden war, um die Fehler thunlichst zu beschränken, welche aus Temperaturänderungen während der Ablesungen hervorgehen.

Ich bin weit entfernt, diese improvisirte Methode für sehr genau zu halten, aber es wird sich gleich zeigen, dass sie zur Beantwortung der vorläufig gestellten Frage gewiss noch hinreichend genau war.

1.

Zuerst wurde das Gas, wie es sich in der Marienquelle entwickelt, noch unter dem Wasserspiegel aufgefangen. Dieses Gas verlor durch Behandlung mit Aetzkali 70 Procent seines Volums. Man kann also sagen, das Gas, was sich aus der Marienquelle entwickelt, enthält 70 Procent Kohlensäure.

2.

Die zweite Füllung des Mess-Cylinders mit Gas erfolgte ganz nahe dem Wasserspiegel, nur 5 Centimeter darüber. Der Kohlensäuregehalt war da schon auf 31 Procent gesunken.

3.

Nun wurde die Luftschichte 25 Centimeter über dem Wasserspiegel untersucht, sie zeigte da 23 Procent Kohlensäure.

4.

Darauf wurde die Luftschichte nahe unter dem Podium, auf dem man mit den Füssen steht, etwa 100 Centimeter über dem Wasserspiegel untersucht, und ihr Kohlensäuregehalt hier nur mehr zu 2 Procent gefunden.

5.

In Manns- und Kopfhöhe 145 Centimeter über dem Podium war die Volumsverringerung der Luft durch Schütteln mit Aetzkali so unbedeutend, dass die Messmethode, deren ich mich bedienen konnte, kaum mehr etwas erkennen liess. Der Kohlensäuregehalt dieser Luft hat jedenfalls $^1/_2$ Procent nicht überschritten.

Diese Ergebnisse waren mir in hohem Grade überraschend und lehrreich: sie zeigen die unsern bisherigen Vorstellungen gegenüber rasende Geschwindigkeit der Diffusion, der gegenseitigen Durchdringung zweier Gasschichten von verschiedener Zusammensetzung. Man sieht nicht nur sowohl, wie sich die Kohlensäure in der über der Marienquelle befindlichen, in einem leichtgezimmerten Bretterhause eingeschlossenen atmosphärischen Luft verbreitet, als vielmehr, wie diese atmosphärische Luft beständig in die von der Quelle ununterbrochen ausgehauchte Kohlensäure von oben hinab dringt, so dass nur 5 Centimeter über dem Quellenspiegel sich den Quellgasen schon mehr als 2 Volume atmosphärischer Luft von oben her beimischen, dem specifischen Gewicht der Gase entgegengesetzt. Manche Beobachtung über den Kohlensäuregehalt bewohnter Räume wird dadurch eine richtigere Erklärung finden als bisher.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten.

Von

M. v. Pettenkofer.

In dieser Zeitschrift (1871. Bd. 7. S. 395—417) legte ich die Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der Grundluft vom September 1870 bis November 1871 vor, es folgen hier nun die Beobachtungen über ein weiteres Jahr von November 1871 bis 1872. Im letzten Jahre wurde nur mehr in 2 Tiefen untersucht; 4 Meter und 1½ Meter unter der Oberfläche.

Datum	Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen		Datum	Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
	4 Meter tief	1½ Meter tief		4 Meter tief	1½ Meter tief
1871			1871		
November 2.	6.359	5.141	December 5.	6.487	4.785
„ 7.	6.550	5.602	„ 13.	6.262	4.299
„ 10.	6.521	—	„ 16.	6.251	4.174
„ 13.	7.033	5.957	„ 19.	6.059	3.700
„ 16.	6.932	5.788	„ 27.	5.734	3.884
„ 20.	6.956	5.414	„ 30.	5.545	3.913
„ 23.	6.719	5.471	Mittel	**6.048**	**4.125**
„ 27.	6.678	5.167			
„ 30.	6.492	4.940			
Mittel	**6.693**	**5.472**			

Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
		4 Meter tief	1½ Meter tief
1872			
Januar	4.	5.557	3.705
"	8.	5.479	3.205
"	11.	5.453	3.363
"	13.	5.250	3 641
"	15.	5.262	3.748
"	17.	5.266	3.887
"	20.	5.354	4.229
"	23.	5.271	4.176
"	25.	5.306	4.187
"	27.	5.226	4.054
"	29.	5.151	4.003
"	31.	5.176	4.177
	Mittel	**5.312**	**3.864**
Februar	3.	5.208	4.322
"	5.	5.194	4.571
"	7.	5.218	4.610
"	9.	5.215	4.644
"	13.	5.310	4.574
"	16.	5.386	4.844
"	19.	5.314	4.099
"	22.	5.417	4.325
"	26.	5.680	2.445
"	29.	5.757	3.331
	Mittel	**5 369**	**4.176**
März	5.	6.286	2.660
"	7.	6.358	3.179
"	9.	6.464	2.916
"	11.	6.497	3.217
"	14.	6.548	4.342
"	18.	6.529	4.842
"	27.	7.232	4.017
	Mittel	**6 552**	**3.593**
April	2.	7.371	3.124
"	5.	7.467	3.282
"	8.	7.446	4.889
"	10.	7.348	5.683
"	15.	7.637	6.235
"	18.	7.901	6.852

Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
		4 Meter tief	1½ Meter tief
1872			
April	29.	7.949	6.591
"	23.	8.302	6.620
"	27.	8.296	6.134
"	30.	8.534	7.007
	Mittel	**7.825**	**5.641**
Mai	2.	8.614	7.968
"	4.	8.436	6.286
"	8.	8.330	6.433
"	11.	—	6.807
"	13.	9.924	8.394
"	16.	11.818	9.130
"	22.	14.202	7.885
"	24.	14.386	10.848
"	27.	15.045	12.208
"	29.	15.562	11.777
	Mittel	**11.813**	**8.775**
Juni	1.	15.964	11.755
"	4.	16.395	12.742
"	6.	16.988	7.864
"	7.	17.246	9.365
"	11.	17.824	11.336
"	13.	17.488	10.560
"	17.	18.453	14.234
"	20.	18.888	17.087
"	22.	20.560	12.337
"	25.	21.628	13.670
"	28.	24.466	10.870
	Mittel	**18.718**	**11.983**
Juli	1.	24.016	15.831
"	4.	25.819	14.856
"	6.	25.387	15.966
"	8.	23.432	17.638
"	10.	25.712	16.407
"	12.	26.762	17.526
"	15.	26.649	10.626
"	18.	25.773	9.908
"	20.	26.163	11.335
"	22.	26.468	15.273

Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen		Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
		4 Meter tief	1½ Meter tief			4 Meter tief	1½ Meter tief
1872				1872			
Juli	25.	26.921	—	September	15.	17.143	14.746
"	27.	26.477	20.141	"	19.	17.366	12.505
"	29.	27.552	12.866	"	21.	17.748	11.285
"	31.	28.417	10.743	"	25.	17.328	9.761
	Mittel	**26.110**	**14.547**	"	29.	13.288	4.456
August	3.	28.176	12.246		Mittel	**17.288**	**11.156**
"	8.	20.235	5.932	Oktober	3.	15.322	5.295
"	11.	19.885	6.688	"	5.	12.709	6.930
"	15.	18.307	9.778	"	8.	12.994	10.596
"	19.	18.862	—	"	10.	12.909	9.161
"	23.	18.034	12.419	"	14.	12.143	9.253
"	26.	18.052	13.039	"	16.	12.791	9.882
"	29.	18.157	10.205	"	18.	11.658	8.097
"	31.	17.809	12.244	"	21.	11.417	7.679
	Mittel	**19.724**	**10.308**	"	23.	11.902	8.346
September	2.	19.490	11.113	"	25.	11.816	9.194
"	7.	17.864	—	"	28.	11.208	7.208
"	11.	17.768	12.792	"	29.	11.195	7.092
"	14.	17.590	12.752		Mittel	**12.338**	**8.227**

Ueberblickt man diese Zahlen und diese Curven, sò fällt zunächst auf, dass der zeitliche Rhythmus in den beiden Jahren, soweit er sich in dem mittleren Kohlensäuregehalt der einzelnen Monate ausspricht, sich ziemlich parallel geblieben ist. In beiden Jahren fällt das Minimum in den Winter, das Maximum in den Sommer. Was aber sehr unerwartet kam, ist der ungleich höhere absolute Kohlensäuregehalt des zweiten Jahres, gegenüber dem ersten. An der Stelle, wo die Röhren im Boden stecken, hat sich nicht das geringste geändert, und auch nicht in der nächsten Umgebung. Es ist von oben bis unten derselbe Kiesboden geblieben, wie er von Anfang war. Auch die Temperaturverschiedenheiten der beiden Jahre sind nicht entfernt so gross, dass man daraus den Unterschied in der Kohlensäuremenge der beiden Jahre erklären könnte. Auch in den übrigen meteorologischen Vorgängen

über dem Boden finde ich vorläufig keinen Anhaltspunkt der Erklärung: es bleibt nichts übrig, als weiter zu beobachten und zuzuwarten.

Nimmt man aus den Monatsmitteln die Jahresmittel und vergleicht sie, so findet man in der grössten Tiefe von 4 Metern für

das erste Jahr ein Mittel von 6.73 pro mille
„ zweite „ „ „ „ 11.81 „ „

das ist im zweiten Jahre durchschnittlich 75 Procent mehr Kohlensäure als im ersten.

Trennt man nach Jahreszeiten, so bleibt der Unterschied im gleichen Sinne:

Januar bis März	1871	betrug das Mittel	3.914
„ „ „	1872	„ „ „	5.744
April bis Juni	1871	„ „ „	5.546
„ „ „	1872	„ „ „	12.758
Juli bis Septbr.	1871	„ „ „	12.742
„ „ „	1872	„ „ „	21.040

Der Unterschied der Jahre 1871 und 1872 liesse sich in Worten demnach so ausdrücken, dass im Jahre 1872 schon im Winter so viel Kohlensäure im Boden sich fand, als 1871 im Frühlinge, und im Frühling 1872 schon soviel, wie im Sommer 1871. Der grösste relative Unterschied fällt auf den Frühling (5.5 : 12.7, was einem Plus von 130 Procent für 1872 entspricht).

Was aus den bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand hervorgeht, ist auffallend genug, um die Untersuchungen fortzusetzen. Wenn schon die Menge Kohlensäure in der zwischen den groben Rollsteinen des Münchner Bodens eingeschlossenen Luft so gross ist, wie sie Niemand erwartet hatte, so überrascht die verschiedene Menge in verschiedenen Jahren noch mehr. Man sieht, dass sich im Boden unter unsern Füssen Processe abspinnen, von denen wir bisher kaum eine Ahnung gehabt haben.

Was mir vor Allem nun in München geboten erscheint, ist eine Vermehrung der Stationen zur Beobachtung der Grundluft. — Hiezu hat die im Winter 1871 — 72 aufgetretene Typhusepidemie Veranlassung geboten. Der ärztliche Verein in München hat beim Magistrat die Errichtung zweier Stationen für die Beobachtung der

Grundluft und der Bodenwärme in den beiden Krankenhäusern rechts und links der Isar, und beim k. Kriegsministerium in den sieben Kasernen Münchens beantragt. Beide Stellen haben gerne zugestimmt und die nöthigen Mittel dafür angewiesen. Es wird somit künftig an 10 verschiedenen Stellen Münchens beobachtet werden.

Ebenso nothwendig, wie die Vermehrung der Stationen in München, welche Stadt überall so ziemlich gleiche Bodenbeschaffenheit hat, ist auch, dieselben Beobachtungen in verschiedenen Boden auzustellen.

Dass eine Verschiedenheit in der Bodenbeschaffenheit grosse Verschiedenheiten im Kohlensäuregehalt der Bodenluft bedingt, hat bereits Hofrath Dr. **Fleck** durch seine Beobachtungen in Dresden bestimmt dargethan, welche seit Januar 1872 angestellt werden. Er war so freundlich, mir seine Zahlen, die er bis jetzt an zwei verschieden Versuchsstellen erhielt, mitzutheilen.

1872.

Versuchsstation im botanischen Garten zu Dresden.

Volumen pro mille der Grundluft.

Datum	bei 6 Meter Tiefe		bei 4 Meter Tiefe		bei 2 Meter Tiefe	
	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff
26. Januar	28.1		—		—	
30. „	—		19.4		—	
31. „	—		—		7.94	
8. Februar	28.7		18.2		—	
14. „	27.9		16.9		4.5	
20. „	26.6		14.3		5.6	
27. „	18.5		14.2		5.5	
5. März	21.4		15.2		6.4	
12. „	29.3		21.6		8.7	
18. „	32.0		28.1		16.5	
26. „	35.1		23.6		9.6	
2. April	—		25.6		14.2	
9. „	37.6		31.1		23.9	
16. „	33.6		28.4		27.4	
23. „	33.8	167	27.5	173	16.8	189
30. „	27.5		29.9		18.7	

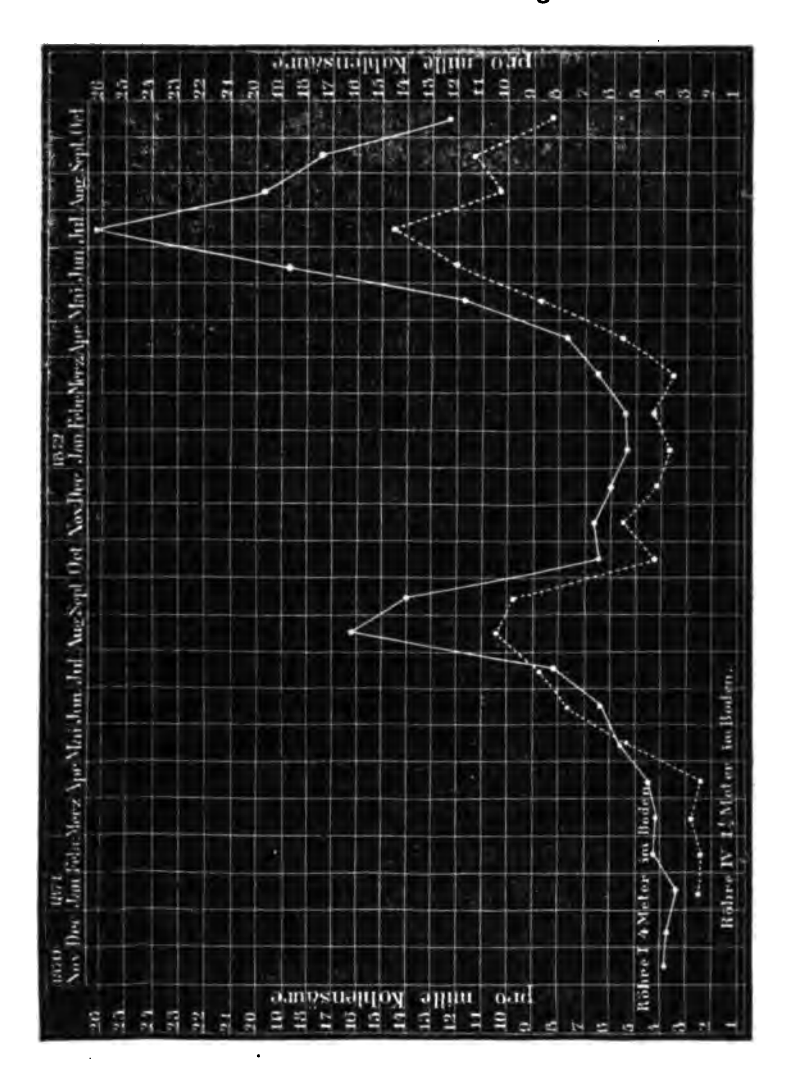
Datum	bei 6 Meter Tiefe		bei 4 Meter Tiefe		bei 2 Meter Tiefe	
	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff
7. Mai	36.3	170	35.9	170	24.2	181
14. „	36.3		30.8		23.7	
21. „	34.7		34.2		28.7	
28. „	34.8		35.7		33.9	
4. Juni	—		38.8		31.7	
11. „	46.3		37.0		32.0	
18. „	45.2	149	40.0	157	28.9	163
25. „	48.8		41.1		29.9	
2. Juli	47.9		48.0		21.3	
10. „	49.7		41.4		23.8	
17. „	51.3		46.1		38.1	
23. „	51.1		49.3		41.8	
6. August	63.3	148	55.6	168	48.2	162
13. „	64.9		58.5		44.4	
20. „	70.0		59.6		51.2	
27. „	64.2		57.3		45.7	
3. September	63.6	148	56.1		37.4	
10. „	68.0		49.8	162	45.3	
17. „	65.2		60.1		37.9	
24. „	64.2		55.1		38.2	
1. Oktober	61.1	149	46.0	156	29.1	186
8. „	68.2		54.5		36.1	
15. „	67.3		46.9		26.6	
22. „	72.9		50.8		21.3	
29. „	67.0		45.7		19.3	
5. November	72.9		54.6		25.8	
12. „	79.6	136	43.2	167	22.1	197

Versuchsstation auf dem rechten Elbeufer.

Volumen Kohlensäure pro mille der Grundluft.

Datum	bei 6 Meter Tiefe	bei 4 Meter Tiefe	bei 2 Meter Tiefe
24. Mai	3.87	3.90	3.92
31. „	2.95	4.44	5.57
14. Juni	3.26	4.94	6.12
28. „	3.97	5.26	5.23
13. Juli	3.98	5.72	6.45
26. „	6.42	7.11	8.52
9. August	6.25	6.96	8.50
23. „	5.44	6.24	7.36
6. September	4.82	5.72	5.96
20. „	4.54	4.61	4.30
4. Oktober	3.53	3.44	4.00
19. „	3.36	3.66	3.28
2. November	2.98	3.12	2.26
14. „	2.87	2.45	2.28

Diese Zahlen von Fleck bieten in mehrfacher Hinsicht ein grosses Interesse. Der Dresdener Boden im botanischen Garten enthält offenbar eine viel grössere Menge Kohlensäure als der Münchner Boden. Auch in Dresden — wenigstens an dieser Stelle



— nimmt der Kohlensäuregehalt der Grundluft von oben nach unten zu, aber schon 2 Meter unter der Oberfläche ist er viel grösser als in München in 4 Meter Tiefe.

Anders ist es auf der zweiten Versuchsstation auf dem rechten Elbeufer. Diese Station befindet sich auf einem Sandhügel, dessen Oberfläche mit Wald (Föhren) bedeckt und seit Menschengedenken unverändert, und namentlich ungedüngt geblieben ist. Hier nimmt der Kohlensäuregehalt von oben nach unten ab, ein Zeichen, dass die Kohlensäurebildung wesentlich auf die oberen Schichten beschränkt ist.

Sehr interessant ist auch noch das Resultat, welches Fleck bezüglich der Sauerstoffmenge in verschiedenen Tiefen auf der ersten Station erhalten hat. Man kann sagen, dass in dem Maasse, als die Kohlensäure zunimmt, der Sauerstoff abnimmt, — ein sicheres Zeichen, dass die Kohlensäure wirklich von Oxydationsprocessen im Boden herrührt. Fleck wird über seine Versuche an einem anderen Orte noch eingehendere Mittheilungen machen.

Ich glaube, Kohlensäurebestimmungen der Grundluft könnten uns bei gegebener Bodenbeschaffenheit ein werthvolles Maass dafür werden, was wir bisher ganz unbestimmt mit Verunreinigung oder Imprägnirung des Bodens bezeichnet haben, etwa ähnlich, wie man in einem von Menschen bewohnten Raume aus der Höhe des Kohlensäuregehalts der Luft auf die Ueberfüllung des Raumes mit Menschen schliesst. Es wird sich zeigen, ob in überfüllten und unreinlichen Stadttheilen die Kohlensäuremenge im Boden wirklich um so viel grösser ist, als in dünn bevölkerten und reinlicher gehaltenen.

Ich hoffe, nach Ablauf eines weiteren Jahres wieder Mittheilung über diesen Gegenstand machen zu können.

Nebenstehender Holzschnitt veranschaulicht die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes des letzten Jahres im Vergleiche mit dem vorausgegangenen.

Experimentelle Untersuchungen über die Funktionen der Nerven und Muskeln des Kehlkopfs.

Von

Dr. Ph. Schech,

früher Assistent der medicinischen Klinik in Würzburg.

(Mit Tafel II.)

Zu allen Zeiten hat die Frage nach der Innervation des Kehlkopfs das lebhafteste Interesse erregt und sowohl vom anatomisch-physiologischen als auch rein pathologischen Standpunkte aus zu den verschiedensten sich oft diametral gegenüberstehenden Behauptungen geführt. Die Verbreitung des Kehlkopfspiegels hat sehr bald auf die Unhaltbarkeit vieler antelaryrngoskopischen Anschauungen hingewiesen, durch sorgfältige Beobachtung eine Menge alter und eingebürgerter aber trotzdem irriger Ansichten über Bord geworfen und dafür neue und bessere substituirt. Den ersten Anstoss dazu gab die Erforschung jener auffallenden Veränderungen der Athmung und Stimmbildung, welche durch nervöse Einflüsse hervorgerufen oft plötzlich entstehen und ebenso rasch verschwinden, aber auch durch ihre Wiederkehr und lange Dauer die Geduld der davon Heimgesuchten nicht minder als die der Aerzte auf eine schwere Probe stellen. Der zu einer Zeit, wo die Laryngoskopie noch in der Wiege lag, geäusserte Wunsch Gerhardts,[1]) die Lehre von der Stimmbandlähmuug möge der Physiologie der Stimme gegenüber eine ähnliche Stellung einnehmen, wie sie die Pathologie der Gehirnkrankheiten der Lehre von den Funktionen der einzelnen Hirntheile gegenüber bereits errungen, ist inzwischen grösstentheils

---

1) Gerhardt — Studien und Beobachtungen über Stimmbandlähmung, Virchow's Archiv Bd. XXVII p. 86.

in Erfüllung gegangen und gehört das Kapitel der Stimmbandlähmungen heute zu den bestgekannten der ganzen Laryngopathologie.

Leider hielt die physiologische Forschung mit der klinischen nicht gleichen Schritt. Hat man sich doch kaum die Mühe genommen, die neue Untersuchungsmethode auch experimentell in Anwendung zu bringen, die meist aus früherer Zeit stammenden Angaben einer Revision zu unterziehen und an die Stelle der mehr allgemein gehaltenen Forschungen die Detailbeobachtung zu setzen. Ausser einigen Versuchen von Navratil,[1] der ebenfalls nicht den Spiegel benutzte, liegen seit der Einführung der Laryngoskopie keine weiteren Mittheilungen vor.[2] Diess bestimmte mich, das Kapitel der Kehlkopfinnervation mit Berücksichtigung der klinischen Thatsachen experimentell durchzuarbeiten. Von den einzelnen Kehlkopfmuskeln habe ich nur den Cricothyreoideus und den Cricoarytaenoideus posticus ausführlicher behandelt, die Glottis-Verengerer aber nicht in das Bereich meiner Untersuchungen gezogen, weil die letzteren kaum jemals weder in physiologischer noch in pathologischer Hinsicht zu besondern Meinungsdifferenzen Anlass gegeben haben. Bevor ich jedoch zu den Einzelheiten übergehe, möge es mir erlaubt sein, einige Allgemeinbemerkungen vorauszuschicken.

Ich wählte zu meinen Versuchen ausschliesslich Hunde, meist jüngere und solche von mittlerer Grösse. Katzen, auf die ich zuerst mein Augenmerk gerichtet hatte, in der Folge aber verzichtete, eignen sich desshalb weniger, weil einerseits geringe Veränderungen in der Form der Glottis bei der Kleinheit aller Larynxgebilde, will man sich keinen Illusionen hingeben, äusserst schwer zu constatiren sind, andererseits die Phonation, wenigstens für gewisse Zwecke, nicht intensiv genug ausfällt, zwei Umstände, über die ich mich bei meinen Thieren nicht im Geringsten zu beklagen Ursache hatte. Anfangs untersuchte ich dieselben ungefesselt, band sie aber später auf, was bei der Unruhe der Thiere und bei der

1) Navratil — Versuche an Thieren über die Funktionen der Kehlkopf-Nerven. Berliner klin. Wochenschrift 1871 Nro. 33.

2) Schmidt's „Laryngoskopie an Thieren“ erschien erst nach Abschluss meiner Untersuchungen.

Schwierigkeit mancher Operationen oder zum Zwecke genauer und längerdauernder Beobachtung absolut nothwendig erschien. Behufs der Untersuchung mit dem Spiegel wurden dem Thiere zwei starke Schnüre, die eine hinter die oberen, die andere hinter die unteren Eckzähne gegeben und so durch Zug und Gegenzug die Mundhöhle offen erhalten und zu gleicher Zeit der Kopf fixirt, während ich selbst die Stirnbinde über dem linken Auge und eine verschiebbare Petroleumlampe zur Seite mit einer in der linken Hand gehaltenen gut gepolsterten Kornzange die Zunge möglichst schonend in gerader Richtung nach vorne zog, mit der rechten aber den Kehlkopfspiegel dirigirte. Das Einlegen der Schnüre hat sich mir, so primitiv es auch erscheinen mag, nach vielfachen Versuchen besonders auch mit dem auf der letzten Naturforscherversammlung zu Leipzig vorgelegten Munddilatator, den ich entsprechend veränderte, immer noch als das Praktischste erwiesen, zumal die grosse Erweiterungsfähigkeit der Mundhöhle das Instrument fast immer entgleiten liess und die überaus kräftige Kinnbackenmuskulatur selbst die stärksten Federn zu Schanden machte. Als Narcoticum benutzte ich eine Lösung von Morphium muriaticum, das dem Thiere subcutan beigebracht wurde, gewöhnlich genügten 0.06 Morphium, eine ausreichende Narkose hervorzurufen, nur einigemale wurden bei besonders kräftigen Thieren 0.1—0.12 verbraucht. Dem Einwande dass ebenfalls die Narkose von Einfluss auf die Beweglichkeit der Stimmbänder und die Sensibilität der Schleimhaut gewesen sein könne, muss ich mit dem Bemerken entgegentreten, dass die Narkose, die ich nur zum Zwecke der Operation vornahm, zu der Zeit, wo die Thiere untersucht wurden, bereits ihr Ende erreicht hatte. Dass ich nur ganz gesunde und noch nie benutzte Thiere wählte und mich jedesmal vor der Ausführung einer Operation von dem Zustande ihres Kehlkopfs, der Form und Beweglichkeit ihrer Glottis und der Beschaffenheit ihrer Stimme überzeugte, bedarf wohl keiner weiteren Versicherung. Dass ich endlich meine Versuchsobjekte nicht zum Absingen regelrechter Skalen zu bewegen vermochte, möge man mir verzeihen, doch will ich bemerken, dass ich kein Mittel unversucht liess, dieselben wenigstens in den verschiedensten Tonarten heulen zu lassen.

I. Vagus und Accessorius.

Ueber den centralen Ursprung der Kehlkopfnerven, besonders die Herkunft ihrer motorischen Elemente, hat man sich bis heute noch nicht einigen können. Während die Einen dem Vagus die Hauptrolle zuertheilen, glauben die Anderen und zwar die Mehrzahl, dieselbe dem Accessorius übertragen zu müssen. Seitdem Bell nachwies, dass die Spinalnerven zusammengesetzt seien aus einer vordern motorischen und einer hintern sensibeln Wurzel, versuchte man dasselbe auch mit dem Vago-Accessorius und schrieb dem Vagus die Bedeutung der sensibeln, dem Accessorius die der motorischen Wurzel zu. Der Hauptvertheidiger dieser Ansicht war Bischoff[1]). Die Gründe, die er anführte, stützten sich auf den Ursprung des Accessorius aus der vordern grauen Substanz, auf das Fehlen eines Ganglion an ihm, auf die eigenthümliche Art seiner Vereinigung mit dem Vagus im Foramen jugulare, ähnlich wie die eines Rückenmarksnerven im Foramen vertebrale und schliesslich auf seinen Verlauf und auf seine Ausbreitung im Cucullaris und Sternocleidomastoideus. Dagegen erhoben sich Müller, Magendie und Bernard mit Gründen, von denen die einen als nicht stichhaltig, die anderen als zweifelhaft erscheinen müssen. Der Accessorius, behauptete Bernard, entspringe überhaupt nicht aus der vordern grauen Substanz, sondern mehr aus den Seitensträngen, auch geschehe seine Vereinigung mit dem Vagus nur mit unvollständiger Faservermischung; endlich bestritt er die Analogie des Ganglion jugulare mit einem Spinalganglion. Zu dem Ausspruche, der Accessorius vermische sich nicht vollständig mit dem Vagus, hat sich Bernard vermuthlich durch B. Bendz[2]) bestimmen lassen. Bendz will nämlich die Fasern des Accessorius bis in den Laryng. infer. präparirt haben im Gegensatze zu den anderen Autoren, welche, wie auch in der letzten Zeit wiederum von E. Bischoff[3]) aus-

---

1) W. Th. Bischoff. Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelbergae 1832.

2) C. B. Bendz — Tractatus de connexu inter N. vagum et Accessor. Willisii. Dissertat. inaug. Hafniae 1836.

3) E. Bischoff — Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopf-Nerven. München 1865.

drücklich hervorgehoben wurde, eine strenge Trennung des Accessorius vom Vagus selbst hoch oben im Foramen jugulare für unmöglich halten.

Dass der im Cucullaris und Sternocleidomastoideus endigende Ramus externus accessorii rein motorischer Natur sei, darüber haben sich nie Controversen erhoben, wohl aber stritt man sich um die funktionelle Bedeutung des inneren aus der Medulla oblongata entspringenden Astes als desjenigen, der für den Larynx und Pharynx bestimmt sei.

Th. Bischoff wagte es zuerst, am lebenden Thiere die Halswirbelsäule abzutragen und bei unversehrt erhaltenem Vagus sämmtliche Wurzeln des Accessorius auf beiden Seiten zu durchschneiden. Seine Experimente waren jedoch Anfangs nicht vom Glücke begünstigt, doch gelang es ihm endlich, eine Ziege, der er sämmtliche Accessoriuswurzeln auf beiden Seiten durchschnitten hatte, dahin zu bringen, dass sie nur noch einen Laut zu produciren vermochte, der jedoch keineswegs als Stimme bezeichnet werden konnte.

Zu demselben Resultate gelangten Morganti[1]) und Longet[2]), welch' letzterer beim Hunde nachwies, dass die Galvanisation der Accessoriuswurzeln Zuckungen im Kehlkopf, Pharynx und dem obern Theile des Oesophagus auslöse, während die Galvanisation der Vaguswurzeln diese motorischen Phänomene nicht hervorbringe.

Auch Bernard[3]) experimentirte in dieser Richtung, verfuhr aber auf andere Weise. Er riss den einen Accessorius im Foram. jugul. aus und fand, dass das Stimmband auf der verletzten Seite seine Beweglichkeit verloren hatte, während das andere sich normal erhielt. Riss er beide Accessorii aus, so wurden beide Stimmbänder gelähmt, es kam Aphonie zu Stande. Sonderbar erschien es aber Bernard, dass die Ausreissung des Accessorius keine Respirations- oder Digestionsbeschwerden oder Veränderungen in

---

1) Morganti. — Ueber den N. accessorius. Schmidt's Jahrbücher Bd. XLII, p. 280.

2) Longet — Recherches experimentelles sur les fonctions des nerfs, des muscles du larynx etc. Paris 1841.

3) Bernard — Leçons sur la physiologie et pathologie du système nerveux T. II.

der Herzbewegung zur Folge hatte. Er verglich desshalb den Effekt der Accessoriusdurchschneidung mit der Vagusdurchtrennung und fand, dass die Stimmlosigkeit bei Vagusdurchschneidung ihren Grund habe in der dauernden Verengerung und Verschliessung der Stimmritze, während die Aphonie nach Ausreissen der Accessorii aus der Unfähigkeit, die Stimmbänder einander nähern und spannen zu können, erklärt werden müsse. Bernard betrachtete desshalb den Accessorius als den Verengerungs- respektive Stimmnerven, den Vagus dagegen als den Erweiterungs- respektive Respirationsnerven des Kehlkopfs. Er ging jedoch noch weiter und schrieb auch dem Ramus externus des Accessorius einen Einfluss auf die Stimme insoferne zu, als die von ihm versorgten Sternocleidomastoidei das zu rasche Entweichen der Luft aus den Lungen verhindern und das zur Tonbildung nöthige langsame Durchströmen derselben durch die Glottis bewerkstelligen sollten.

Schiff[1]), der Bernard's Beobachtungen im Allgemeinen bestätigte, spricht sich entschieden gegen die Annahme des Accessorius als Stimmnerven und des Vagus als Athmungsnerven des Kehlkopfs aus und will beide Funktionen in dem Accessorius vereinigt wissen.

Heidenhain[2]), der nach Ausreissen des Accessorius beim Kaninchen Lähmung aller Kehlkopfmuskeln constatirte, wies ferner im Vereine mit Daszhiewicz nach, dass durch Ausschaltung der Accessoriusfasern die hemmende Wirkung des Vagus auf das Herz verloren geht und eine Steigeruug der Pulsfrequenz eintritt. Die Betheiligung des Accessorius an der Innervation des Kehlkopfs findet eine weitere Stütze durch die Untersuchungen von Burchard[3]). Derselbe fand nämlich, dass nach dem Ausreissen des Accessorius die Pharyngealäste des Vagus und der Recurrens zum grössten Theile, die Rami cardiaci und der Laryngeus superior und dieser zwar nur in seinem äusseren Aste, wenige fettig degenerirte Nerven-

1) Schiff. Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie. Lahr 1858 — 1859 p. 416.

2) Heidenhain — Ueber den Einfluss des N. accessorius Willisii auf die Herzbewegung. Studien aus dem physiologischen Institute zu Breslau 1865 Heft III. p. 109.

3) Burchard — Verlauf des Accessor. Willisii im Vagus. Halle 1867.

fasern enthielten, während sie in den Ramis pulmonalibus oesophageis und gastricis vollständig fehlten.

Dass auch die Muskeln des Gaumensegels wenigstens theilweise dem Vago-Accessorius ihre Innervation verdanken, hat Hein[1]) nachgewiesen; dafür spricht auch die zuerst von Gerhardt gemachte Beobachtung des häufigen Mitbefallenwerdens der Gaumenmuskulatur bei Stimmbandlähmung.

Gewissermaassen als Illustrationen der eben erwähnten physiologischen Thatsachen mögen die Fälle von Accessoriuslähmung beim Menschen gelten. Die Läsion der aus der Medulla oblongata entspringenden Fasern speciell ist ausserordentlich selten. Ein Unicum in dieser Beziehung ist gewiss der von Seeligmüller[2]) beschriebene Fall: Er betrifft ein junges Mädchen, das zuerst von Schlingbeschwerden befallen wurde, an welche sich Lähmung und Atrophie beider Cucullares und Sternocleidomastoidei anschloss, und das nebst constanter Vermehrung der Pulsschläge bis auf 90 und darüber auch Veränderungen am Kehlkopfe darbot. „Die Sprache," heisst es in dem Berichte, „ist artikulirt und verständlich, nicht heiser, aber etwas matt. Das Aushalten eines Tones gelingt nicht mehr oder sehr unvollkommen, nur mit grösster Anstrengung vermag die Kranke stossweise ein dumpfes „ä" zu singen. Die Vibrationen der Stimmbänder sind beim Sprechen mittelst der aussen am Kehlkopf aufgelegten Hand nur schwach zu fühlen. Sehr auffällig ist das Verhalten der Stimmritze. Dieselbe bleibt beim Athmen sowie beim Versuche, verschiedene Laute auszustossen, fortwährend gleich weit. Die wahren Stimmbänder von normalem Aussehen stehen in mittlerer Entfernung von einander, nach den Giesskannenknorpeln zu einen etwas weiteren dreieckigen Raum zwischen sich lassend, sie bewegen sich weder gegeneinander nach der Mittellinie zu, noch entfernen sie sich von einander, ausser vielleicht dann und wann ein ganz minimales Stück." Wenn es auch nach dem Verhalten der Stimme durchaus keinem Zweifel unterliegen kann, dass wirk-

1) Hein — Ueber die Nerven des Gaumensegels. Müllers Archiv 1844.

2) Seeligmüller — Ein Fall von Lähmung des Access. Willisii. Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten 1872 III. B. 2. H.

lich Innervationsstörungen im Bereiche der Kehlkopfmuskeln vorhanden waren, so möchte ich doch auf einen Widerspruch aufmerksam machen, der sich ergiebt, wenn man den auf die Stimme bezüglichen Passus mit dem Spiegelbefunde vergleicht. Wenn die Stimmbänder wirklich in der angegebenen Weise unbeweglich oder nahezu unbeweglich waren, dann musste die Patientin Seeligmüller's entweder aphonisch oder doch in beträchtlichem Grade heiser gewesen sein. Da sie dies aber, wie ausdrücklich angegeben, nicht war, sondern nur eine matte und wenig ausdauernde Stimme besass, so muss man wohl annehmen, dass die Stimmbänder bei der Phonation sich doch noch bis zur Berührung nähern konnten, dass aber diese Annäherung eine träge und die Spannung der Stimmbänder eine mangelhafte war.

Motorische Paralysen im Bereiche des Kehlkopfs, die auf Grund der physiologischen Beobachtung nur durch Leitungsstörungen und Läsionen des Accessoriusstammes oder seiner Ursprungsstelle bedingt sein können, kommen bei Gehirnkrankheiten und pathologischen Processen im Rückenmarke ziemlich häufig vor. In der älteren Literatur findet man fast durchweg ungenaue Angaben über Sprachstörung und Störung der Artikulation in Folge von Encephalopathieen, die theils der Lähmung des Facialis und Hypoglossus zugeschrieben werden müssen, theils als Aphasieen oder Alalieen zu deuten sind. Aus der neueren Literatur jedoch besitzen wir mehrere laryngoskopisch beobachtete Fälle von Glottisparalyse nach Apoplexie und Encephalitis von Gerhardt, Mackenzie und Gibb. Zu den intracraniellen Ursachen, welche durch Unterbrechung der Leitung zwischen Grossgehirn und Accessoriusursprung zu Phonationsstörungen führen, gehören ferner: Atrophie eines Corpus striatum[1]), Krebsknoten im Crus cerebri[2]), Capillarectasie im Pons Varoli[3]). Die Schädlichkeit kann den Accessorius auch extracraniell treffen, wie

1) Fischer. Annalen der Berliner Charité X. 1863 p. 162.

2) Wilks — Referirt im Berichte über die neuesten Leistungen im Gebiete der Pathologie des Gehirns der Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien 1864.

3) Gerhardt — Jenaische Zeitschrift f. Medizin und Naturwissenschaft 1864. I. B. 2. H. p. 196.

durch Echinococcusgeschwülste [1]) oder Carcinom der Schädelbasis [2]). Die Erkrankung kann ferner ursprünglich eine cerebrale sein, sich aber später auf die Medulla oblongata fortsetzen und umgekehrt. Dahin gehören die Fälle von Schnitzler [3]), Sikora [4]) und Gerhardt [5]). Am öftesten wird der Accessorius in Mitleidenschaft gezogen durch die von Wachsmuth sogenannte progressive Bulbärparalyse, die Paralysie labio-glosso-laryngée der Franzosen, wie die Beobachtungen von Gerhardt, Kussmaul [6]), Proust [7]) und Wilks [8]) beweisen. Am meisten Aehnlichkeit mit dem Seeligmüller'schen hat der Fall von Charcot [9]); er betrifft einen 68jährigen Mann, der binnen weniger Tage das Artikulations- und Deglutitionsvermögen vollständig verlor und unter allgemeiner Abmagerung mit fibrillären Zuckungen und hoher Pulsfrequenz ohne entsprechende Temperatursteigerung zu Grunde ging.

Was die Betheiligung des Accessorius bei Rückenmarksaffektionen anlangt, so liegên derartige Fälle von Schnitzler [10]) und Féréol [11]) bei Tabes dorsualis vor. Zu den grössten Seltenheiten gehört aber gewiss die Beobachtung von Grisolle [12]), wo ein Bluterguss in die obere Parthie des Halsmarkes Aphonie und Erstickungsgefahr zur Folge gehabt hatte.

---

1) Dufour — Essai clinique sur le diagnostic spécial et différential des maladies de lavoix et du larynx. Paris 1851 p. 104.

2) Gerhardt — l. c. p. 485.

3) Schnitzler — Wiener mediz. Wochenschrift 1857.

4) Sikora — Beobachtungen über Stimmbandlähmung. Dissert. 1866.

5) Gerhardt — l. c. p. 491.

6) Kussmaul — Ueber die fortschreitende Bulbärparalysie und ihr Verhältniss zur progressiven Muskelatrophie. Sammlung klinischer Vorträge von Volkmann Nro. 54.

7) Proust — Gazette des hôp. 51. 52. 1870.

8) Wilks — Schmidt's Jahrbücher Bd. 147 p. 31.

9) Charcot — Centralblatt 1870 p. 440.

10) Schnitzler — Klinische Beobachtungen über Stimmbandlähmung. Wiener mediz. Presse 1866.

11) Féréol — Ueber die Symptome von Kehlkopf und Luftröhre bei Tabes dorsualis. Schmidt's Jahrbücher Bd. 143 p. 161.

12) Grisolle — Citirt in Levier „Beitrag zur Pathologie der Rückenmarksapoplexie. Dissertation. Bern 1864.

Sprechen auch die bisher angeführten physiologischen und pathologischen Thatsachen in hohem Grade für die Betheiligung des Accessorius bei der Innervation des Kehlkopfs, so müssen wir doch auch den Vertretern der gegentheiligen Ansicht das Wort gönnen.

Vor Allen ist es Volkmann[1]), der für den Vagus eine Lanze bricht und demselben einzig und allein die Innervation der Kehlkopfmuskeln zuschreibt. Er begründet seine Ansicht dadurch, dass er bei Hunden, denen er die Accessorii durchschnitten hatte, durchaus keine Veränderung in der Beweglichkeit der Glottis eintreten sah.

Van Kempen[2]), der schon im Jahre 1842 in dem Streite über die funktionelle Bedeutung der Wurzeln des Vagus und Accessorius sich auf die Seite derjenigen gestellt hatte, welche behaupteten, dass die Wurzeln des Vagus für sich allein motorische Fasern führten und dieselben nicht erst durch die Verbindung mit dem Accessorius erhielten, sah sich später durch die conträren Behauptungen Longets veranlasst, seine Reizungsversuche zu wiederholen. Er bediente sich dabei, um das ihm von Longet zum Vorwurf gemachte Ueberspringen von Stromschleifen auf die Wurzeln des Accessorius zu vermeiden, nur mechanischer Reize. Er constatirte, dass durch Reizung der Wurzeln des Vagus Contractionen in den Musc. constrict. pharyngis, den Muskeln des Kehlkopfs und des Oesophagus eintraten und behauptete ferner, dass die Wurzeln des Accessorius sensible Fasern enthielten, welche dem Vagus beigemischt durch Reflexaktion eine Bewegung in den vom Vagus innervirten Muskeln hervorrufen könnten, dass aber die motorischen Fasern des Accessorius sich nur im Cucullaris und Sternocleidomastoideus ausbreiteten.

Endlich stellte auch Navratil, gestützt auf seine Versuche, die Ansicht auf, dass der Accessorius Willisii auf die Stimmbildung ohne allen Einfluss sei.

---

1) Volkmann — Ueber die motorischen Wirkungen der Kopf- und Hals-Nerven. Müllers Archiv 1840 und Handwörterbuch der Physiologie Bd. II. p. 585 u. 589.

2) Van Kempen — Ueber die Funktion der Wurzeln des N. Vagus und Accessorius. Schmidt's Jahrbücher Bd. 120. p. 32.

Prüfen wir nun die Experimente, die zu diesen conträren Behauptungen geführt haben, so müssen uns unwillkürlich Zweifel an deren Richtigkeit auftauchen; an der Hand der anatomischen Thatsachen werden wir zum Schlusse kommen, dass unsere Zweifel nur zu sehr berechtigt sind. Kein Nerv hat einen so wandelbaren und sogar manchmal auf beiden Seiten so ungleichen Ursprung, wie der Accessorius. Seine längste Wurzel kann bis zum siebenten Halsnerven herabreichen, aber auch schon zwischen dem dritten und vierten entspringen. Während sie zum grossen Hinterhauptloch emporsteigt, zieht sie gewöhnlich 8—10 neue Wurzelfäden an sich und wird dadurch zum Hauptstamme des Nerven; derselbe zieht nun zwischen den vorderen und hinteren Wurzeln der Halsnerven und hinter dem Ligam. denticulatum gegen das Foramen magnum hinauf, durch welches er in die Schädelhöhle eintritt, nachdem er vom Corpus restiforme unmittelbar hinter dem Vagusursprunge seine letzten Fasern bezogen hat. Er legt sich sofort an den Vagus an, geht mit demselben nach aussen zum Foramen jugulare, wo er sich in zwei Aeste theilt, einen schwächeren inneren, der sich unmittelbar unter dem Ganglion jugulare mit dem Vagus vereinigt und einen stärkeren äusseren, der den Sternocleidomastoideus perforirend innervirt, um im Cucullaris zu enden. Aus diesem Verlaufe ergeben sich von selbst die Schwierigkeiten seiner Durchschneidung.

Die eine Methode, dem Accessorius vom Rückenmarkskanale beizukommen, ist jedenfalls, abgesehen von der kolossalen Verletzung, die schwierigere. Gelingt es auch wirklich, die Wirbelsäule ohne beträchtlichere Blutung zu eröffnen, so ist doch das Aufsuchen der zahlreichen Accessoriuswurzeln äusserst mühsam, zumal einige, besonders die obersten, so zart sind, dass sie leicht dem Auge des Experimentators vollständig entgehen können.

Von der Durchschneidung oder dem Intaktbleiben dieser obersten feinen Fädchen hängt es jedoch ab, dass in dem einen Falle Stimmlosigkeit eintritt, im andern aber keine Veränderung in der Beweglichkeit der Glottis constatirt werden kann.

Schon Morganti, der den Accessorius ebenfalls von der Wirbelsäule her aufsuchte, constatirte, dass bei Durchschneidung des Accessorius zwischen Hinterkopf und Atlas zwar Contraktionen der

Nackenmuskeln eintraten, aber keine Veränderung der Stimme, und dass auch nach Reizung des Accessorius zu beiden Seiten keine krampfhafte Contraktion der Glottis erfolgte. Selbst bei einem Kaninchen, dem beide Accessorii durchschnitten wurden, so zwar, dass nur noch 3—4 Filamente in Verbindung mit dessen Centrum blieben, gewahrte er nicht die geringste Schwächung der Stimme. Die Versuche Morganti's beweisen also, dass, wenn der Accessorius einige Zweige zur Bildung des Recurrens abgibt, es diejenigen sein müssen, welche sofort unter den Ursprungsstellen des Vagus entspringen; sie beweisen ferner, dass die Durchschneidung des Accessorius zwischen Hinterhaupt und Atlas vergebens ist, weil man in dieser Weise nur einen Theil des Accessorius, nämlich die Ursprungsfäden des R. externus berührt, während dessen oberste für den Kehlkopf bestimmte Portion hiebei ausser Betracht kommt.

Da mir die Arbeit van Kempens nur im Referate zugänglich war, weiss ich nicht, ob nähere Angaben über die Vollständigkeit der von ihm gemachten Durchschneidungen des Accessorius vorliegen. Volkmann scheint nicht alle Ursprungsfäden des Accessorius duchschnitten zu haben, wie auch aus seinen eigenen Aeusserungen hervorgehen dürfte. Navratil berichtet, dass, nachdem Haut und Weichtheile am obern Rücken abpräparirt und die Halswirbelsäule bloss gelegt war, ein Messer mit langer, dünner, sichelförmig gekrümmter Klinge zwischen Atlas und Epistropheus eingestossen und in die eine Seite des Rückenmarkes quer eingeführt worden sei, so dass etwa ein Viertheil vom Querdurchmesser desselben eingeschnitten wurde. Dass auf diese Weise die obersten Fasern des Accessorius nicht mit zerstört werden konnten, geht aus dem Vorhingesagten zur Genüge hervor. Günstigere Chancen hat die andere, von Bernard zuerst angewendete Methode, die Ausreissung des Accessorius aus dem Foramen jugulare, für sich. Da ich mich derselben ausschliesslich bediente, will ich die Details in Kürze mittheilen.

Den etwa 8 Centimeter langen Hautschnitt legt man, wie es W. Krause für das Kaninchen angegeben hat, am besten in der Medianlinie der obern Halsparthie so an, dass seine Mitte von einer Linie geschnitten wird, die man sich von einem Unterkieferwinkel zum

andern gezogen denkt. Mit den Fingern stumpf weiter präparirend, dringt man gegen das grosse Zungenbeinhorn vor, bis man den dicken weissen Stamm des Hypoglossus vor sich hat. Gegen den untern Wundwinkel zu erscheint die über der Carotis und dem Vagus liegende Glandula cervical. profunda, welche nach innen gezogen wird, während man die höher oben befindliche Parotis nach aussen drängt. Dazwischeh kommt der Sternocleidomastoideus zum Vorschein, welcher von dem beim Hunde ausserordentlich stark entwickelten äussern Aste des Accessorius perforirt wird. Man präparirt nun den Nerven nach oben gegen das Foramen jugulare zu, fasst, soviel man von ihm bekommen kann, mit einer starken gerifften Unterbindungspincette und zieht Anfangs leise rotirend, dann stärker, bis man plötzlich einen Ruck ausübt, worauf ein ziemlich langes Stück des Gesammtaccessorius zum Vorscheine kommt. Sehr oft jedoch scheitert dieses Manöver daran, dass der äussere Ast allein abreisst, während derjenige, auf den es ja hauptsächlich ankommt, unzerrissen bleibt.

Von acht auf diese Weise angestellten Versuchen glückten mir vier. In allen diesen vier Fällen wurde die Sektion vorgenommen, welche ergab, dass der Accessorius jedesmal vor seiner Theilung im Foramen jugulare, also ganz, zerrissen worden war.

Die von mir gewonnenen Resultate stimmen mit den von Bischoff und Andern erhaltenen überein und beweisen, dass es der Accessorius ist, welcher den Kehlkopfnerven motorische Fasern zuführt. Ausreissen eines Accessorius bedingt Unbeweglichkeit des Stimmbands auf der verletzten Seite und Heiserkeit der Stimme; Ausreissen beider Accessorii hat Unbeweglichkeit beider Stimmbänder in Cadaverstellung und vollständige Aphonie zur Folge.

Um den Beweis für die Richtigkeit dieser Thatsachen nicht schuldig zu bleiben, erlaube ich mir die in dieser Beziehung angestellten Versuche mitzutheilen.

a. Braune Hündin.

Ausreissung des rechten Accessorius aus dem. Foram. jugul., Unbeweglichkeit des rechten Stimmbands des rechten Wrisbergischen

und Aryknorpels bei der Respiration und Phonation; das linke legt sich die Mittellinie überschreitend bei der Phonation zwar nicht vollständig, doch ziemlich genau an das rechte an, so dass die Stimmbänder nicht in gerader, sondern in schiefer Richtung verlaufen; die vorher reine Stimme ist diphthonisch und heiser geworden.

b. Mittelgrosser Wolfshund.

Ausreissen des linken Accessorius ergiebt sofort heisere schnarrende Stimme; das linke Stimmband bewegt sich weder respiratorisch noch phonatorisch, das rechte normal.

c. Grauer Rattenfänger.

Ausreissen des linken Accessorius hat augenblickliche Heiserkeit zur Folge und Inmobilität des linken Stimmbands und Aryknorpels.

d. Ausreissen des rechten Accessorius an demselben Thiere.

Stimmlosigkeit, Verengerung der Glottis, Unbeweglichkeit derselben nach aussen und innen in Cadaverstellung.

Was die Behauptung Bernards anlangt, der Accessorius sei der Stimmnerv, der Vagus aber der Athmungsnerv des Kehlkopfs, so muss ich mich der Ansicht von Schiff anschliessen, der eine solche Scheidung für unzulässig erklärte. Durchschneidet man einen oder beide Vagi am Halse, so erhält man, wie ich mich mehreremale überzeugt habe, dasselbe Resultat, wie nach dem Ausreissen eines oder beider Accessorii und der Durchscheidung eines oder beider Recurrentes. Die Beobachtung Bernards, dass die Stimmlosigkeit nach Vagusdurchschneidung durch die dauernde Verengerung und Verschliessung der Stimmritze bedingt sei, dürfte sich vielleicht aus der nach Vagusdurchschneidung auftretenden tieferen Respiration erklären lassen. Die ohnehin durch die Cadaverstellung hervorgerufene Verengerung der Glottis wird aber bei tiefer Inspiration noch intensiver, ja manchmal vollständig durch die aus der Luftverdünnung resultirende Annäherung der Stimm- und Taschenbänder, ein Verhalten, wie wir es auch bei den Recurrensdurchschneidungen kennen lernen werden.

II. Laryngeus superior.

Der unmittelbar unter dem Plexus ganglioformis vagi abtretende und hinter der Carotis interna nach vorne und unten herabsteigende ziemlich beträchtliche Stamm des Laryngeus superior theilt sich in der Höhe und an der Seite des grossen Zungenbeinhornes kaum ein Centimeter vom Stamme des Vagus entfernt in zwei sehr ungleiche Aeste. Der eine stärkere — Ramus internus — begibt sich neben dem knopfförmigen Ende des grossen Zungenbeinhornes über den M. hyopharyngeus und das Ligam. thyreohyoideum laterale an die Membrana thyreohyoidea und durchbohrt dieselbe, um pinselförmig in der Schleimhaut des Pharynx und des Larynx auszustrahlen. Der andere kaum ein Drittheil des Ramus internus ausmachende Ramus externus überschreitet den M. thyreopharyngeus und zieht aussen am Kehlkopfe gegen die Seitenplatte des Ringknorpels herab, um sich im circothyreoideus auszubreiten. Wie in ihrer Stärke, so sind diese beiden Aeste auch in ihren Funktionen verschieden. Die von Rosenthal[1]) angestellten und von andern Beobachtern bestätigten Versuche ergeben diess auf das Evidenteste. Während die Reizung des ganzen Laryng. super. völlige Erschlaffung des Zwerchfells zur Folge hat, sieht man bei Reizung des Ramus externus keine Spur davon eintreten. Der stärkere innere Ast ist sensibel, der äussere schwächere motorisch.

Der Beweis für die sensible Natur des innern Astes wird erbracht einestheils durch die Nichtauslösung von Reflexen, wie z. B. Husten bei der Berühung der Kehlkopfschleimhaut nach Durchschneidung desselben beim Thiere, anderntheils durch das Auftreten von Kehlkopfanästhesie am Menschen.

Dass auf den geringsten Reiz irgend einer Stelle der Schleimhaut, mag derselbe durch Berührung mit der Sonde oder durch das Eindringen von fein zertheilten Substanzen hervorgebracht sein, sofort Reflexbewegungen folgen, ist eine beim Menschen jeden Augenblick zu constatirende Thatsache. Dass jedoch der Ramus internus

1) Rosenthal — Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus Vagus. Berlin 1862.

des Laryngeus superior nicht allein die ganze Kehlkopfschleimhaut mit sensibeln Fasern versieht, ist sicher. Cruveilhier hielt den Laryng. sup. für den einzigen Nerven der Mucosa laryngis. Longet[1]) und Nothnagel[2]) nahmen auch eine Betheiligung des Recurrens an. Der Recurrens versorgt durch die Ram. tracheales die Schleimhaut der Trachea und wie Arnold[3]) nachgewiesen, auch das Cavum laryngis inferius. Longet beobachtete nach Durchschneidung des Recurrens vollständige Unempfindlichkeit der Trachealschleimhaut, während vor der Durchschneidung schon ganz schwache Reize Krampfhusten hervorbrachten.

Anästhesie der Kehlkopfmucosa wird öfter im Gefolge von Glottisparalysen beobachtet; einer der ausgesprochensten Fälle dieser Art ist der von Leube[4]) mitgetheilte. Er betrifft eine 45jährige Person, die nach Diphtheritis ziemlich rasch Lähmung des Rumpfes, der Extremitäten und Fauces bekam und dabei eine vollständige Larynxanästhesie zeigte. Man konnte mit der Sonde die Schleimhaut der Epiglottis, Plicae aryepiglotticae, Taschenbänder, Giesskannen und sogar den freien Rand der Stimmbänder berühren, ohne eine Spur von Reflexen hervorzurufen, während in das Cavum laryngis inferius und die Trachea hinabfliessende Substanzen oder Sondenberührungen dieser Theile sofort Hustenanfälle erzeugten.

Man hat dem inneren Aste des Laryng. sup. auch einzelne motorische Fasern zugeschrieben. Leube wenigstens glaubt, dass die in dem eben erwähnten Falle von Kehlkopfanästhesie vorhandene unveränderte aufrechte Stellung der Epiglottis von der Lähmung der M. aryepiglottici und thyreoepiglottici, deren Funktion die Senkung des Kehldeckels ist, herrühre, zumal diese Muskeln, ebenso wie die gesammte Kehlkopfschleimhaut vom Laryngeus superior innervirt würden.

Auch für den M. arytaenoideus transversus hat man einen

1 Longet — Traité de physiologie 1850 Tome II. pag. 328.

2) Nothnagel — Zur Lehre vom Husten. Virchow's Archiv Bd. 44 p. 95.

3) Arnold — Handbuch der Anatomie — Nervenlehre 1851 p. 850.

4) Leube — Neuropathologische und therapeutische Mittheilungen aus der Erlanger mediz. Klinik. Deutsches Archiv f. klin. Mediz. Bd. VI p. 266.

motorischen Zweig angenommen. So spricht Ziemssen[1]) von einer doppelten Innervation dieses Muskels und begründet seine Behauptung durch eine Beobachtung einer linksseitigen Stimmbandlähmung bei Aortenaneurysma, wo die linke Giesskanne bei der Phonation noch gegen die rechte hinüberzuckte und wo der Arytaenoideus transversus sowie der Aryepiglotticus zwar auch dieselben regressiven Veränderungen zeigten, wie die vom Recurrens versorgten Muskeln, aber doch in viel geringerem Grade.

Nachdem schon Longet die sensible Natur dieses Nervenästchens hehauptet hatte, hat Luschka[2]) erst in neuester Zeit durch genaue mittelst einer Loupe vorgenommene anatomische Untersuchungen nachgewiesen, dass dasselbe nicht für den Arytaen. transv. bestimmt ist, sondern denselben nur durchbohrt, um seine Endausbreitung in der Schleimhaut zwischen den Aryknorpeln zu nehmen. Der äussere Ast des Laryngeus superior dagegen ist rein motorisch und, wie fast alle Anatomen annehmen, für den M. cricothyreoideus bestimmt. Doch walten noch einige Zweifel darüber, ob dieser Muskel ausschliesslich vom Laryngeus superior innervirt werde.

Türck[3]) glaubt eine doppelte Innervation desselben annehmen zu müssen oder wenigstens trophische Fasern aus dem Recurrens für ihn ansprechen zu dürfen, weil er mehrmals bei Recurrenslähmung und darauf eingetretener Atrophie der Muskeln auch den Cricothyreoideus atrophisch fand, trotzdem der Laryngeus superior sich vollkommen normal verhielt. Schon früher und in der letzten Zeit besonders von Navratil ist behauptet worden, dass der Laryngeus superior resp. sein äusserer Ast keinen Einfluss auf die motorische Sphäre des Kehlkopfs habe, während Andere, wie z. B. Bose[4]) bei Lähmung desselben ein Tiefer- und Rauherwerden der Stimme beobachtet haben wollten. Navratil stützte seine Behauptungen auf 6 von ihm in dieser Richtung angestellte Versuche.

---

1) Ziemssen — Laryngoskopisches und Laryngotherapeutisches. Deutsches Archiv f. klin. Medizin Bd. IV. p. 391.

2) Luschka — Der Kehlkopf des Menschen. Tübingen 1871 p. 163.

3) Türck — Klinik der Krankheiten des Kehlkopfs und der Trachea 1866 p. 439.

4) Bose — Archiv für klinische Chirurgie 1872 p. 243.

Der Kehlkopf funktionirte normal, sowohl „Phonation als Inspiration. Erweiterung und Verengerung der Glottis, sowie Stimmbandspannung gingen regelmässig vor sich. Der Befund war also ein rein negativer, keine Spur einer Paralyse im Larynx," lauten seine eigenen Worte.

Da mich diese Resultate überraschten, prüfte ich das von Navratil angegebene Operationsverfahren. Nach seiner Angabe verläuft der Laryng. superior beim Hunde quer im obern Dritttheil des Schildknorpels; ich muss gestehen, dass ich hier den Laryngeus sup. nie gefunden habe. Navratil hat sich daher entweder unrichtig ausgedrückt und nur den über dem Schildknorpel, zwischen ihm und unterm Zungenbeinrand vor der Membrana thyreohyoidea verlaufenden innern sensibeln Ast durchschnitten oder in dem Glauben, an der bezeichneten Stelle den motorischen äussern Ast zu finden, nicht diesen getroffen, sondern, was am meisten Wahrscheinlichkeit hat, einen der zahlreichen Aeste des Ramus descendens hypoglossi. Will man sicher sein, den ganzen Laryngeus superior zu Gesicht zu bekommen, so suche man sich zuerst den Ramus internus desselben zwischen oberm Schildknorpel- und unterm Zungenbeinrand auf. Ist dies geschehen, so verfolge man denselben gegen seinen Abgangspunkt hin, was jedoch; wie auch Rosenthal hervorhebt, nicht leicht ist und einige Cautelen erfordert. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, den Nerven anzuspannen und seinen etwas gekrümmten Verlauf in einen geraden umzuwandeln, was dadurch geschieht, dass man den Kehlkopf fixirt, den Vagus aber sammt Carotis vorsichtig nach aussen verschiebt. Da der Ramus externus schon sehr bald den Stamm des Laryngeus superior verlässt, so ist es unumgänglich nothwendig, denselben unmittelbar und hart am Vagusstamme, den man zu diesem Zwecke von der Carotis lospräpariren muss, zu durchschneiden. Nur so kann man versichert sein, den ganzen Laryngeus superior, also auch seine motorischen Fasern, durchschnitten zu haben. Die Resultate, die ich bei dieser Präparationsmethode erzielte, liefern im Gegensatze zu Navratil den eclatantesten Beweis, dass der Laryngeus superior bei der motorischen Innervation des Kehlkopfs in hohem Grade betheiligt ist.

„Durchschneidung des Laryngeus superior vor seiner Theilung, oder auch nur seines Ramus externus, verhindert die Längsspannung der Stimmbänder, hat eine rauhe und tiefe Stimme zur Folge und macht die Produktion hoher Töne unmöglich." Als Belege dafür mögen nachstehende Versuche gelten.

a. Kräftiger Rattenfänger. Durchschneidung des linken N. laryngeus superior.

Normale Form und Beweglichkeit der Glottis bei der Inspiration; bei der Phonation leicht concave Ausbuchtung des linken etwas kürzer erscheinenden Stimmbandes in seinem vordersten Abschnitte, grader Verlauf des rechten Stimmbands. Stimme unrein, linke Larynxhälfte unempfindlich. (Tafel II Figur I.)

b. Durchschneidung des rechten N. laryng. sup. an demselben Thiere.

Normale Weite und Form der Glottis bei der Inspiration; bei der Phonation elliptisches Klaffen der Glottis vom vordern Winkel bis nahe an die processus vocales. Stimme ist tiefer und rauher geworden. Sondenberührungen werden oberhalb der Stimmbänder nirgends mit Reflexerscheinungen beantwortet. (Tafel II Figur II.)

c. Gelber Spitzhund. Durchschneidung des rechten Laryng. sup.

Rechts Anästhesie, links sofortige Auslösung von Reflexen; bei der Phonation legt sich das rechte nach innen leicht concave Stimmband vorne nicht ganz genau an das linke an und erscheint auch etwas kürzer.

d. Durchneidung des linken Lar. sup. an demselben Thiere.

Stimme tief, unrein und schnarrend, totale Anästhesie; bei der Phonation elliptisches 4 — 5 Millimeter langes ungefähr 1 Millimeter breites Klaffen der Bänderglottis.

Beide Thiere vertrugen die Operation ohne Nachtheile; vier Wochen nachher zeigte die Glottis noch dieselbe Veränderung; trotz vielfacher Versuche gelang es mir nicht mehr, denselben einen höherliegenden Ton zu entlocken.

III. Musculus cricothyreoideus.

Aus den im vorigen Kapitel mitgetheilten Versuchen geht hervor, dass der Muskel, nach dessen Ausfall das Tiefer- und Rauherwerden der Stimme zu Stande kommt, kein anderer sein kann, als der vom Laryngeus superior innervirte Cricothyreoideus. Damit stimmen die Angaben von Gerhardt überein, dass beiderseitige complete Lähmung des Laryngeus superior beim Menschen ausser Anästhesie der Kehlkopfschleimhaut auch Heiserkeit bewirke, und stets gleichbleibende Distanz zwischen dem untern Rande des Schild- und dem obern des Ringknorpels zur Folge habe. M. Mackenzie, der einige Fälle von doppelseitiger Lähmung des Cricothyreoideus beobachtete, stellt als objektive Zeichen derselben auf: seichte Depression der Stimmbänder bei der Inspiration, passive Emporwölbung bei der Exspiration und Phonation nebst Einbiegung der freien Kante derselben. Die Stimme, sagt er, werde selten tonlos, die gewöhnliche Sprache oft nicht merklich verändert, nur Predigen und Singen würden in hohem Grade gestört.

Die Funktion des M. cricothyreoideus besteht nach der allgemein verbreiteten Ansicht darin, dass er den Schildknorpel nach vorwärts und abwärts zieht, den vordern Ansatzpunkt der Stimmbänder von dem hinteren an den proc. vocal. entfernt, das Stimmband verlängert und spannt.

Diese Erklärung der Wirkungsweise des Cricothyreoideus ist gewiss sehr einfach und einleuchtend. Aber gerade ihre Einfachheit ist es, welche von verschiedenen Seiten Bedenken gegen sie wachgerufen. Der Akt der Stimmbildung, der ohnehin zu den complicirtesten gehört, die der menschliche Organismus aufzuweisen hat, wird noch complicirter durch die Fähigkeit, die Stimme verschieden moduliren zu können und von den tiefsten bis zu den höchsten Tönen aufsteigen zu lassen.

Auch Luschka[1]) äussert seine Bedenken gegen die gewöhnliche Erklärungsweise und sagt:

„Bei Beurtheilung der Aktion dieses Muskels darf man nicht

1) Luschka — l. c. pag. 129.

ausser Acht lassen, dass die nach der gangbaren Vorstellung stattfindende Wirkung für die Tonbildung erst dann von Einfluss sein könne, nachdem durch die Contraction der Thyreoarytaenoidei die Stimmritze die für die Tonerzeugung überhaupt erforderliche Reduktion bis auf eine fast lineare Spalte schon erfahren hat. Wenn also die Cricothyreoidei zur Verlängerung und stärkeren Spannung der Stimmbänder dienen sollen, so müssten sie nothwendig die Contraktion der die Ligamenta vocalia gegeneinander pressenden Muskeln überwinden. Andererseits muss man sich daran erinnern, dass die Zusammenziehung der Thyreoarytaenoidei, nachdem die Giessbeckenknorpel durch die ungemein starken Ligam. cricoarytaenoid. nach hinten fixirt werden, zunächst der Schildknorpel bei der Contraktion der Thyreo-arytaenoidei nachgeben, also zurückweichen und demgemäss zu einer excessiven Verkürzung der Stimmbänder Veranlassung geben müsste. Dieser Inconvenienz entgegenzuwirken scheinen mir die Musculi cricothyreoidei bestimmt zu sein, so dass sie also während der Aktion der Thyreo-arytaenoidei im Wesentlichen die Bedeutung von Fixatoren des Schildknorpels haben, wobei das Maass ihrer Thätigkeit durch den Grad der Contraktion der Stimmbandmuskeln regulirt werden muss.“ Fast dieselbe Ansicht hat auch Vierordt[1]), der sich folgendermaassen äussert:

„Der Zug auf das Stimmband nach vorwärts geschieht durch die M. cricothyreoidei, deren Wirkung nicht etwa, wie man gewöhnlich meint, darin besteht, dass sie den Schildknorpel dem Ringknorpel wirklich nähern, resp. die Stimmbänder verlängern, sondern darin, dass sie den Abstand zwischen beiden Knorpeln, also die Lage der vordern Insertion des Stimmbands, unverändert erhalten.“

Wie wir sogleich sehen werden, reichen auch diese Erklärungen nicht vollständig aus. Ist die am meisten verbreitete Ansicht von der Stimmbandspannung durch Annäherung des Schildknorpels an den Ringknorpel richtig, so muss bei der Produktion sehr hoher Töne, welche einem physikalischen Gesetze zufolge die grösstmögliche Anspannung der Stimmbänder erfordern, der Schildknorpel am

1) Vierordt — Grundriss der Physiologie des Menschen 1871 p. 465.

stärksten gegen den Ringknorpel herabgezogen werden. Die Betrachtung des Kehlkopfs zeigt aber das gerade Gegentheil, mit dem Höherwerden der Töne steigt der Schildknorpel gegen das Zungenbein empor. Das Emporsteigen und Fixirtbleiben des Schildknorpels wird bedingt durch die Contraktion der Thyreohyoidei. Dem Cricothyreoideus bleibt daher, um die intendirte Spannung der Stimmbänder zu bewerkstelligen, nichts anderes übrig, als dem Thyreohyoideus mit aller Energie entgegenzuwirken, wozu aber seine Kraft bei weitem nicht ausreicht.

Die Fixation des Schildknorpels durch die Cricothyreoidei, wobei der Raum zwischen Ring- und Schildknorpel annähernd unverändert bleibt, ist, um der excessiven Verkürzung der Stimmbänder durch die Thyreoaryt. int. vorzubeugen, unumgänglich nothwendig. Für die Sprache mag die blosse Fixation der vordern Stimmbandinsertion genügen, nicht aber für den Gesang. Je höher die Töne werden, desto mehr müssen die im Stimmband verlaufenden elastischen Fasern verlängert werden, was sich neben der Verschmälerung der Stimmbänder und der Verschärfung ihrer freien Ränder auch laryngoskopisch erkennen lässt und nur dadurch zu Stande kommen kann, dass der Abstand zwischen vorderer und hinterer Stimmbandinsertion grösser wird. Dies kann aber nur durch eine Lageveränderung des Schild- oder Ringknorpels hervorgerufen werden; da, wie bereits gezeigt, durch die Fixation des Schildknorpels das Herabsteigen desselben gegen den Ringknorpel und dadurch die Längsspannung der Stimmbänder unmöglich gemacht wird, so muss man eine andere Wirkungsweise des Cricothyreoideus annehmen und erkläre ich mir dieselbe auf folgende Weise:

Wenn der Schildknorpel durch die Thyreohyoidei fixirt wird, zieht der Cricothyreoideus den vordern Theil des Ringknorpels nach oben gegen den Schildknorpel und bewirkt dadurch eine Drehung der Platte des Ringknorpels nach hinten und unten in dem Gelenke der Lig. cricothyr. later. Da vorne der Schildknorpel durch die Thyreohyoidei, hinten die Giesskannen durch die Aryt. transv., obliqui und Cricoaryt. lat. in dem Gelenke zwischen Giesskanne und Ringknorpel fixirt sind, erstreckt sich die Rückwärtsneigung von der Ringknorpelplatte auch auf die ihr aufsitzenden Aryknorpel, die

Distanz zwischen vorderer und hinterer Stimmbandinsertion wird grösser und so die Längsspannung der Stimmbänder zu Stande gebracht.

Ich muss desshalb Jelenffy[1]), der die Stimmbandspannung durch den Cricothyreoideus in complicirterer Weise vor sich gehen lässt, vollständig beistimmen, dass in dem Maasse, als die Töne an Höhe zunehmen, die Distanz zwischen Ring- und Schildknorpel immer kleiner wird und dass man mit dem aussen am Kehlkopf angelegten Finger stets ein Emporsteigen des Ringknorpels, nie aber ein Herabsteigen des Schildknorpels wahrnimmt.

Da, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen, die Durchschneidung der Laryngei superiores oder was in Bezug auf die motorische Sphäre dieser Nerven dasselbe ist, die Lähmung der M. cricothyreoidei, ein Klaffen der Bänderglottis während der Phonation zur Folge hat, also fast ganz dasselbe laryngoskopische Bild liefert, wie die Lähmung der Thyreoaryt. interni, so kann man das Verhalten des Zwischenraumes zwischen Ring- und Schildknorpel sehr gut zur Differentialdiagnose verwerthen. Lässt sich beim Skalensingen kein Hinaufsteigen des Ringknorpels constatiren, so werden auch keine höheren Töne producirt werden können, die Lähmung muss also die Cricothyreoidei betreffen; rückt hingegen der Ringknorpel in die Höhe, so werden trotz der bestehenden Heiserkeit doch sehr hohe Töne hervorgebracht werden können, weil dabei nur die Längsspannung und die Schwingungen der elastischen Elemente der Stimmbänder erforderlich sind; die Lähmung wird desshalb in einem solchen Falle in dem eigentlichen Stimmbandmuskel selbst zu suchen sein. Eine Bestätigung der Ansicht, dass der Cricothyreoideus den Ringknorpel nach oben ziehe, finde ich ferner in einer Mittheilung von Riegel[2]).

Dieselbe betrifft ein 28jähriges an Diabetes mellitus leidendes Mädchen, dessen Stimme zuweilen, besonders wenn es in sehr hohen Tönen sprach, plötzlich überschnappte. Die laryngoskopische Unter-

---

1) Jelenffy — Der Musculus cricothyreoideus. Pflügers Archiv 1873 H. 1.

2) Riegel — Lähmung einzelner Kehlkopfmuskeln. Deutsches Archiv f. klin. Medizin Bd. VII p. 204.

suchung ergab, solange die Kranke in Bruststimme sprach, nicht die geringste Anomalie; liess man sie aber ein möglichst hohes „i" intoniren, so änderte sich das Bild augenblicklich. Die vorher in derselben horizontalen Ebene liegenden Stimmbänder verliefen jetzt in schräger Richtung und zwar so, dass das rechte Stimmband um ein Beträchtliches höher stand als das linke, so dass der tiefste Theil der schrägen Ebene der an das Taschenband angrenzende Rand des linken Stimmbandes war. Zugleich erschien das rechte Stimmband etwas länger, als das linke und wurde hiedurch die Incisura interarytaenoidea um ein Unbedeutendes nach links verschoben. Riegel glaubte als Ursache dieser Erscheinungen eine linksseitige Lähmung des Cricothyreoideus annehmen zu müssen und erwähnte auch, dass der Cricothyreoideus zwar gewöhnlich den Schildknorpel nach unten ziehe, dass aber auch ausnahmsweise das umgekehrte Verhalten stattfinden könne.

Als letzten Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht glaubte ich folgenden Versuch ansehen zu dürfen.

Ich durchschnitt einem jungen Hunde den Ramus externus des rechten Laryngeus superior. Die laryngoskopische Untersuchung ergab bei der Phonation ein geringes Klaffen des vordersten Theiles der Bänderglottis durch concave Ausbuchtung des rechten Stimmbandes, die Stimme zeigte deutliche Diphthonie, das rechte Stimmband erreichte bei der Phonation nicht das Niveau des linken. Bei Reizung des Nerven erhob sich das rechte Stimmband über das linke; Reizung während der Phonation liess die kleine Lücke vorne verschwinden und stellte die Symmetrie der Stimmbänder wieder her. Nun wurden die M. cricothyreoidei bloss gelegt und der rechte von seinem Nerven aus gereizt; die rechte Hälfte des Ringknorpelbogens wurde constant in schräger Richtung nach oben zu an den untern Rand des Schildknorpels heraufgezogen.

Niveaudifferenzen der Stimmbänder schienen mir auch bei den im vorigen Kapitel angeführten Versuchen vorhanden gewesen zu sein, doch betrachte ich dieselben nicht als erwiesen, zumal bei der relativen Kürze und geringen Breite der Stimmbänder der Hunde nichts schwerer ist, als unbedeutende Abweichungen von der Horizontalebene mit Sicherheit zu constatiren.

IV. Laryngeus inferior.

Während dem Laryngeus superior nur die Innervation eines einzigen Muskelpaares obliegt, fällt dem Recurrens die Aufgabe zu, allen übrigen Muskeln, mögen sie der Erweiterung oder der Verengerung der Glottis dienen, nervöse Elemente zuzuführen. Dadurch ist der Recurrens der Hauptmotor der Larynxmuskulatur, von seiner normalen Funktion hängt nicht nur der wichtige Akt der Athmung, sondern auch der complicirte Mechanismus der Stimmbildung ab.

Dass Durchschneidung des einen Recurrens die Bewegung des entsprechenden Stimmbandes aufhebt und die Reinheit der Stimme beeinträchtigt, ist eine längst bekannte und allgemein bestätigte Thatsache, ebenso dass nach Durchschneidung beider Recurrentes die Stimme verloren geht. Nebst dem wollen jedoch mehrere Forscher auch beträchtliche Respirationsbeschleunigung, Dyspnoe und Erstickungstod besonders bei jüngeren Thieren beobachtet haben und desshalb diese Erscheinung zu den nothwendigen Folgen bilateraler Recurrensdurchschneidung gerechnet wissen. Longet und Legallois erklärten dieses Verhalten jüngerer Thiere älteren gegenüber aus der Formveränderung, welche der Kehlkopf bei der Entwicklung erleidet. Bei jüngeren Thieren seien die den hintersten Theil der Glottis begränzenden Knorpel so klein und weich, dass sie bei Lähmung der Stimmmuskeln nicht verhindern könnten, dass sich die Glottis inspiratorisch wie ein Ventil schliesse, während bei älteren Thieren, wo die Knorpel stärker und weniger nachgiebig seien, die Glottis nicht völlig geschlossen werde, sondern noch Raum genug zwischen den Aryknorpeln übrig bleibe, um das zum Leben nöthige Luftquantum in die Lungen eindringen zu lassen.

Am auffallendsten aber ist die von Einigen gemachte Angabe, dass nach Recurrensdurchschneidung der Erstickungstod sofort eintrete, während es doch allgemein bekannt ist, dass nach Vagusdurchschneidung, wodurch ja die Kehlkopfmuskeln in derselben Weise gelähmt werden, dies erst nach einigen Stunden oder Tagen der Fall ist. Ob nach Recurrensdurchschneidung Dyspnoe und

Erstickungstod eintreten, macht Panum[1]) nicht sowohl von dem Alter als der Species der Thiere abhängig. Nach ihm ersticken nur junge Katzen, Kaninchen und Hunde aber nicht, was auch von Fowelin[2]) und Helfft[3]) erwähnt wird.

Zu den constanten Erscheinungen doppelseitiger Recurrensdurchschneidung gehören: vollständige Aphonie, Immobilität der Stimmbänder, Verengerung der Glottis und Mangel jeglicher Dyspnoe im Ruhestande. Die Stimmbänder nehmen, da alle Muskeln gleichmässig ausser Funktion gesetzt sind und dadurch das Uebergewicht einer Muskelgruppe über die andere zur Unmöglichkeit geworden, diejenige Stellung ein, die auch in der Leiche vorhanden ist und desshalb kurzweg als Cadaverstellung bezeichnet wird. Um Wiederholungen zu vermeiden, theile ich die Veränderungen, wie sie durch einseitige Recurrensdurchschneidung hervorgerufen werden, in den nachstehenden Versuchsprotokollen mit.

a. Mittelgrosse Hündin.

Durchschneidung des linken Recurrens unmittelbar vor seinem Eintritte in den Kehlkopf. Unbeweglichkeit des linken Stimmbands und Aryknorpels; bei der Phonation überschreitet das rechte Stimmband die Mittellinie und legt sich dicht an das linke an, so dass nur eine schmale dreieckige Spalte übrig bleibt; Stimme heiser, Diphthonie. (Tafel II Figur III.)

b. Durchschneidung des rechten Recurrens an demselben Thiere. Enge Glottis; Unbeweglichkeit beider Stimmbänder bei der Phonation und Inspiration, vollständige Tonlosigkeit der Stimme, keine Dyspnoe.

c. Mittelgrosser Hund.

Durchschneidung des rechten Recurrens. Unveränderte Stellung des rechten Stimmbandes bei Inspiration und Phonation, pho-

---

1) Panum — Ueber den plötzlichen Tod durch Lähmung der Bewegungs-Nerven der Stimmritze. Schmidt's Jahrbücher Bd. 93 p. 159.

2) Fowelin — Ueber die Ursache des Todes nach Durchschneidung des Vagus. Inaugural-Dissertation. Dorpat 1851.

3) Helfft — Vom Krampfe und der Lähmung der Kehlkopfmuskeln und den dadurch bedingten Krankheiten des kindlichen Alters. Berlin 1852.

nische Ueberschreitung der Mittellinie durch das linke Stimmband; rauhe, unreine Stimme.

d. Durchschneidung des linken Recurrens an demselben Thiere. Verengerung der Glottis, Klaffen derselben in Dreieckform bei der Respiration und Phonation; der Exspirationsstrom entweicht unter Zischen; Respiration ruhig.

e. Grosser Spitz.

Doppelseitige Durchschneidung des Recurrens. Beide Stimmbänder sind unbeweglich nach aussen und innen; die Glottis klafft in ganzer Ausdehnung und hat an der Gränze zwischen Bänder- und Knorpelglottis eine Weite von ungefähr 3—4 Millim. Das Thier ist aphonisch; hie und da unartikulirte Geräusche, bei ruhigem Verhalten keine Dyspnoe. (Tafel II Figur IV.)

Die zu diesen Versuchen verwendeten Thiere wurden noch längere Zeit am Leben erhalten und regelmässigen laryngoskopischen Untersuchungen unterworfen. Sie waren und blieben aphonisch, nur öfters vernahm man ein kurzes Klappen oder ein rauhes durch Schwingungen der Wrisbergischen Knorpel hervorgebrachtes Schnarren. Die Thiere zeigten bei ruhigem Verhalten niemals Athembeschwerden; brachte man sie aber in stärkere Muskelaktion, so wurde die Respiration von einem inspiratorischen Geräusche begleitet, wobei auch manchmal die Stimmbänder etwas gegen die Mittellinie vorsprangen, ohne sich jedoch zu berühren. Je angestrengter die Respiration, je stärker also der Druck der inspirirten Luft war, um so mehr näherten sich die gelähmten Stimmbänder und Wrisbergischen Knorpel. Dass diese Bewegungen nur passive waren und auf dem Wege der Aspiration zu Stande kamen, ist einleuchtend. Eine Bewegung jedoch musste auch nach doppelseitiger Recurrensdurchschneidung übrig bleiben und als aktive angesprochen werden, nämlich die Längsspannung der Stimmbänder, die, wie im vorigen Kapitel erwähnt, durch den Laryngeus superior bewerkstelligt wird. In Uebereinstimmung hiemit sah ich mehreremale, jedoch nur bei den angestrengtesten Phonationsversuchen, ein Längerwerden der Stimmbänder, wobei die Glottis sich in ihrer ganzen Ausdehnung zu verengern bestrebt war. Am deutlichsten war dies zu erkennen

am vordersten Abschnitte der Bänderglottis, so dass hier wirklich eine momentane Berührung der Stimmbänder zu Stande kam, die hinreichte, das Schnarren so zu verstärken, dass es in ein schrilles Pfeifen umschlug.

Was die Lähmung des Recurrens beim Menschen anlangt, so sind deren Ursachen so mannichfaltige und die hierauf bezüglichen Publikationen so zahlreiche, dass ich es unterlasse, auf diesen vielbesprochenen Gegenstand einzugehen. Ueber die Diagnose der Recurrenslähmung, besonders der doppelseitigen, hat unstreitig Ziemssen[1]) die wichtigsten Aufschlüsse ertheilt und die Symptomatologie mit einer Klarheit präcisirt, die Nichts zu wünschen übrig lässt. Ich verweise daher auf die betreffende Arbeit Ziemssen's und füge nur hinzu, dass die physiologischen Thatsachen mit den klinischen vollständig übereinstimmen, besonders auch darin, dass bei doppelseitiger Recurrensparalyse im Ruhezustande keine Dyspnoe vorhanden ist, was bekanntlich von Mackenzie und Evans[2]) geleugnet wurde.

V. Musculus cricoarytaenoideus posticus.

Dass der M. cricoaryt. post. funktionell der wichtigste von allen Kehlkopfmuskeln ist, bedarf wohl keiner näheren Erörterung. Das was ihn vor den übrigen speciell auszeichnet, ist seine reflektorische Erregung und sein Verhalten gegen seine Antagonisten, die sowohl an Zahl als auch an Stärke ihm bedeutend überlegen sind. Dass der Erweiterer der Glottis ausser den vom Vago-Accessorius herrührenden Fasern noch andere besitzt, die mit dem Athmungscentrum in irgend welcher Beziehung stehen und von dort aus erregt werden, ist sehr wahrscheinlich, aber bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Mag dem sein wie es wolle, soviel ist sicher, dass seine Innervation ebenso wie die fast aller Kehlkopfmuskeln durch den

---

1) Ziemssen. Laryngoskopisches und Laryngotherapeutisches, Deutsches Archiv f. klinische Medizin Bd. IV. p. 376.

2) Mackenzie and Evans. Cases of laryngeal paralysis. Medical Times and Gazette 1869.

Recurrens geschieht und zwar durch zwei äusserst feine Fädchen, von welchen das eine unter, das andere über der Articulatio cricothyreoidea in den Muskel eintritt. Er ist desshalb in seiner Funktion nicht minder oft beeinträchtigt, als die Verengerer, er leidet meistens in Gesellschaft mit ihnen, ein Zustand, den wir im vorigen Abschnitte ausführlich besprochen haben. Die Erweiterer der Glottis können aber auch in gleicher Weise wie die Verengerer allein funktionsunfähig werden, trotzdem die Schädlichkeit den Hauptstamm des Recurrens trifft. Es kann daher eine Lähmung, die auf einen einzigen Kehlkopfmuskel oder eine Muskelgruppe beschränkt ist, ebensogut neuropathischer wie myopathischer Natur sein, eine Thatsache, die von Navratil in Abrede gestellt wurde, indem er sagt, es sei bei dem kleinen Durchmesser des Recurrens kaum denkbar, dass ein pathologisches Moment gerade denjenigen Punkt des Recurrens allein alteriren könne, von wo aus die Verengerung und Anspannung dirigirt werde.

Isolirte Lähmung der Erweiterer ist die seltenste Form der Stimmbandparalysen. Die einseitige Lähmung des Cricoaryt. post. ist gewiss häufiger als man annimmt, sie gilt als die unschuldigste von allen und entzieht sich nur desshalb so oft der Beobachtung, weil sie die Stimme unbeeinträchtigt lässt und bei ruhigem Verhalten keine Respirationsstörungen macht.

Ich selbst entdeckte einmal eine solche bei einer an Erscheinungen von Seite des Gehirns leidenden Person, die bei vollständiger Medianstellung des linken Stimmbandes nicht die Spur von Stimmstörung verrieth. Anders verhält es sich mit der doppelseitigen; sie ist allerdings die seltenste Form, aber auch die gefährlichste und folgenschwerste, wesshalb wir bei ihr etwas länger verweilen müssen.

Was den geschichtlichen Theil anlangt, so ist der erste reine Fall der Art von Gerhardt[1]) mitgetheilt worden. Ich unterlasse es, denselben ausführlicher zu besprechen und erwähne nur, dass jede Inspiration des an beständiger Kurzathmigkeit leidenden Patienten von einem Geräusche begleitet war, dass die Stimmbänder bei der Inspiration eine kaum sichtbare Spalte zwischen sich übrig

1) Gerhardt l. c. p. 298.

liessen, die sich bei der Exspiration bis auf Linienbreite erweiterte, und dass die Stimme vollkommen normal und jeder Modulation fähig war. Ein zweiter derartiger Fall ist von Türck[1]) beobachtet worden. Er betrifft ein 15jähriges Mädchen, das nach einer Diphtheritis bei rascher und tiefer Inspiration ein Zusammengehen der Stimmbänder zeigte, so dass ein lautes schnurrendes Geräusch entstand. Auch hier war die Stimme intakt.

Der dritte, hochgradigste und zugleich reinste, ist ohne Zweifel der erst kürzlich von Riegel[2]) publicirte. Der kleine 6jährige Patient, den zu untersuchen ich selbst öfters Gelegenheit hatte, konnte nur durch die rasch ausgeführte Tracheotomie am Leben erhalten werden. Seine Stimme war auch nach der Ausführung der Tracheotomie nicht im mindesten alterirt. Die Glottis war im späteren Verlaufe der Affektion selbst bei ruhiger Respiration spaltförmig geschlossen und die Inspiration von einem lauten weithörbaren Pfeifen begleitet. War dieser Fall schon während des Lebens von höchstem Interesse, so stieg dasselbe noch mehr durch die Obduktion. Der lethale Ausgang erfolgte 9 Monate nach der Operation, indirekt durch eine rechtseitige Bronchiektasie, direkt durch eine Morbilleneruption. Beide Recurrentes waren in narbiges Bindegewebe eingewachsen; in ihnen fanden sich neben zahlreichen atrophischen und fettig degenerirten Nervenfasern noch einzelne gut erhaltene; von allen Kehlkopfmuskeln zeigten ferner nur die Cricoarytaenoidei postici neben der schon makroskopisch auffallenden Verschmächtigung und Verfärbung hochgradige Atrophie der einzelnen Muskelbündel und totalen Verlust der Querstreifung.

Trotzdem also die Stämme beider Recurrentes von geschrumpftem Bindegewebe umfasst waren, hatte sich die Lähmung doch auf die Erweiterer beschränkt, die Verengerer aber intakt gelassen.

Ob der von Werner[3]) mitgetheilte Fall, wo ein 25jähriges

---

1) Türck — Klinik der Krankheiten des Kehlkopfs und der Luftröhre. 1866 p. 459.

2) Riegel — Ueber die Lähmung der Glottiserweiterer. Berliner klinische Wochenschrift 1872 Nro. 20 u. 21 und 18 3 Nro. 7.

3) Werner — Lähmung der Glottis, des Schlundes, der obern und untern Extremitäten etc. Würtemb. med. Corresp.-Blatt Bd. 37 Nro. 10.

Mädchen, das an Spinalirritation litt und die mannichfaltigsten Symptome darbot, wegen gefahrdrohender Dyspnoe mehrmals tracheotomirt werden musste, und der von Biermer[1]) veröffentlichte, eine offenbar hysterische Dame betreffende auch wirklich hieher gehören und nicht besser unter das Kapitel Glottiskrampf gerechnet werden dürften, ist eine Frage, welche aufzuwerfen man sicherlich berechtigt ist.

Mackenzie, der bei einem 61jährigen Manne wegen eines zur Lähmung hinzugekommenen Catarrhes die Tracheotomie machen musste, theilte später mit Jackson[2]) einen Fall mit, wo ein 35jähriger Mann neben einer hochgradigen Dyspnoe, an der er trotz Tracheotomie zu Grunde ging, auch noch aphonisch war. Dergleichen Fälle sind erst wieder in neuester Zeit, besonders von französischer Seite, z. B. von Nicolas-Duranty[3]) veröffentlicht und als Lähmungen des Cricoaryt. post. ausgegeben worden. Sind die Cricoaryt. post. allein gelähmt, so ist die natürliche Folge, dass die Stimmbänder bei der Inspiration nicht mehr nach aussen gebracht werden können; warum aber dieselben durch die intakten Verengerer zum Zwecke der Phonation nicht nach innen getrieben oder gespannt werden sollen, ist nicht einzusehen. Heiserkeit und Aphonie setzen aber gewiss eine Funktionsanomalie der Verengerer oder Spanner voraus und glaube ich desshalb die Fälle, welche mit Stimmstörungen verlaufen, nicht als reine Lähmungen des Erweiterers ansehen zu dürfen.

Die wichtigste der bei doppelseitiger Lähmung des Erweiterers in Betracht kommenden Fragen ist unstreitig die nach der Stellung der Stimmbänder.

Da die Schädlichkeiten, welche den Recurrens in toto oder die zu den Erweiterern führenden Fasern in genere treffen, meist nicht urplötzlich und wie mit einem Schlage ihre Wirkung äussern, sondern allmälig, so wird die Lähmung der Erweiterer begreiflicher-

---

1) Biermer — Ueber Bronchialasthma. Sammlung klinischer Vorträge von Volkmann Nro. 12.

2) Jackson and Mackenzie — Cases of paralysis of the vocal cords. Med. Times and Gazette etc. 1866.

3) Nicolas-Duranty — Diagnostic des paralysies motrices des muscles du larynx. Paris 1872.

weise Anfangs nur eine unvollständige sein und erst im weitern Verlaufe sich zu einer vollständigen ausbilden.

Beschränkte oder weniger energische Nachauswärtsbewegung der Stimmbänder bei normalem phonischen Glottisschlusse wird also das erste Symptom der incompleten Lähmung der Erweiterer sein müssen. Die Stellung der Stimmbänder wird desshalb auch wenig von der gewöhnlichen bei oberflächlicher Inspiration abweichen. In dem Maasse aber, als die zu den Erweiterern führenden Nervenfasern mehr und mehr an Erregbarkeit abnehmen, wird sich auch die Stellung der Glottis ändern müssen. Die an Zahl überlegenen intakten Verengerer werden allmählich das Uebergewicht bekommen und das Stimmband aus der normalen Inspirationsstellung herauszudrängen suchen. Es wird desshalb eine Zeit kommen müssen, wo die Erweiterer ihr Uebergewicht über die Verengerer, das sie doch faktisch im Normalzustande haben, verlieren und somit den Verengerern das Gleichgewicht halten werden. Ist dies der Fall, so treten die Stimmbänder in Cadaverstellung ein, wie bei der Recurrensparalyse; zum Unterschiede von derselben aber bleibt die Bewegung der Stimmbänder nach einer Richtung hin, gegen die Medianlinie zu, ungestört, während jene nach aussen unmöglich ist. Ist einmal das Stadium der Balance zwischen Verengerern und Erweiterern vorüber, das heisst haben alle zu den Erweiterern gehenden Nervenfasern ihre Erregbarkeit vollständig eingebüsst, so treten die Verengerer in den Vordergrund, drängen nach und nach die Stimmbänder über die Cadaverstellung hinaus und bewirken so eine mehr oder minder vollständige Medianstellung derselben, bis schliesslich in den ausgesprochensten Fällen nur noch ein linearer Spalt zwischen denselben übrig bleibt, was hochgradige Dyspnoe und Suffocationstod zur Folge hat.

Diese successive Verdrängung der Stimmbänder gegen die Medianlinie zu findet ein Analogon in der oft nach Lähmungen an Stamm und Extremitäten auftretenden und gleichfalls durch die Wirkung der Antagonisten bedingten paralytischen Contraktur. Früher glaubte man zur Erklärung des Uebergewichtes der Antagonisten einen vom Rückenmarke ausgehenden permamenten Tonus annehmen zu müssen, der in den paralysirten Muskeln aufgehoben, in den nicht paralysirten aber intakt, oder wohl gar erhöht sei.

Abgesehen davon, dass physiologischerseits die Existenz eines Muskeltonus nicht erwiesen ist, so ist die Annahme eines solchen für die Entstehung der Medianstellung der Stimmbänder auch gar nicht nothwendig. Die Medianstellung der Stimmbänder erklärt sich aus der mechanischen, passiven und andauernden Annäherung der Ansatzpunkte der Verengerer, also durch unfreiwillige Verkürzung der Antagonisten, eine Erklärung, wie sie von Eulenburg[1]) für die paralytische Contraktur überhaupt gegeben wurde.

Da nach Lähmung der Erweiterer der Stimmritze sich nur noch die Verengerer willkürlich contrahiren können, so fallen die Contraktionen derselben leicht excessiv aus, eben weil der regulirende Widerstand der Erweiterer fehlt. Die contrahirten Verengerer bleiben aber nebstdem auch nach dem Aufhören des innervirenden Willensreizes verkürzt und kehren nicht zu ihrer normalen Länge zurück, weil sie durch die Contraktion der Erweiterer nicht wieder ausgedehnt werden.

Ob durch dieses Verhalten der Antagonisten auch secundäre Veränderungen des Band- und Gelenkapparates zwischen Ring- und Aryknorpel, ähnlich wie an den Gelenken der Extremitäten, entstehen können, die ebenfalls auf die mehr oder minder complete Annäherung der Stimmbänder Einfluss haben, muss zwar als unwahrscheinlich, aber doch immerhin als möglich erscheinen.

Ich habe der Frage nach der Stellung der Glottis bei Wegfall der Erweiterer auch experimentell beizukommen versucht und ich glaube nicht ganz ohne Erfolg. Ich muss jedoch von vornherein erklären, dass die Ausschaltung des Cricoaryt. post. zu den allerdifficilsten Operationen gehört. Die Schwierigkeit beruht, abgesehen von der tiefen Lage des Muskels, der Lostrennung des Oesophagus bis hinauf zu den Aryknorpeln und der durch theilweise Trennung der M. crico- und thyreopharyngei hervorgerufenen überaus störenden Muskelblutung, hauptsächlich darauf, dass man nicht mehr, aber auch nicht weniger verletze, als gerade nothwendig ist.

Es stehen, um die Wirkung der Erweiterer zu paralysiren, zwei Wege offen, entweder die zu ihnen führenden Nervenzweige zu durchtrennen, oder die Muskeln selbst zu durchschneiden.

1) Eulenburg — Lehrbuch der funktionellen Nervenkrankheiten. Berlin 1871 p. 612.

Die erstgenannte Methode ist unstreitig die einfachere, aber auch die schwerere; denn die für die Erweiterer bestimmten Aestchen sind beim Hunde so fein, dass man sie gerade noch erkennen kann; auch ist bei der Präparation derselben äusserst schwer zu vermeiden, dass der Stamm des Recurrens nicht Zerrungen oder unliebsamen Berührungen mit der Pincette und dem zur Stillung der Blutung bestimmten Schwamme ausgesetzt werde.

Die andere Methode, den Muskel selbst zu durchtrennen, ist zwar leichter, aber auch viel unzuverlässiger. Durch das Lostrennen von der Leiste der Ringknorpelplatte wird nur ein Theil des Muskels verletzt und derselbe verhältnissmässig wenig in seiner Funktion beeinträchtigt, wie ich mich mehreremale überzeugt habe. Sucht man ihn aber ganz losszutrennen oder vor seinem Ansatzpunkte an dem Proc. muscul. des Aryknorpels zu durchschneiden, so läuft man Gefahr, die für die Verengerer bestimmten Nervenzweige leitungsunfähig zu machen und damit ebenfalls wie im ersten Falle das Bild einer mehr oder minder vollständigen Recurrensparalyse zu bekommen.

Obwohl an diesen Klippen die meisten meiner Versuche scheiterten, so bin ich doch in der Lage, einige mit positiven Resultaten aufweisen und die Folgen doppelseitiger Lähmung des Cricoaryt. post. beim Hunde folgendermaassen formuliren zu können.

Nach doppelseitiger Durchschneidung der Erweiterer treten die Stimmbänder über die Cadaverstellung hinaus gegen die Mittellinie zu und verlieren die Fähigkeit, sich inspiratorisch nach aussen zu bewegen; complete Medianstellung und andauernde Dyspnoe treten nicht sofort auf; die Verengerung der Glottis und die Schwingungen der Stimmbänder erfolgen normal, die Stimme bleibt vollständig unverändert.

Zum Beweise erlaube ich mir nachstehende Versuchsprotokolle mitzutheilen.

a. Schwarzer Dachshund.

Durchschneidung des linken Musc. cricoaryt. post.

Das linke Stimmband steht während der Respiration der Medianlinie sehr nahe, ohne jedoch dieselbe zu erreichen. Der linke Wrisberg'sche Knorpel steht etwas weiter nach vorne, als der

rechte. Bei der Phonation kommen beide Stimmbänder in der Mittellinie zusammen, beider Schwingungen erfolgen exakt und erzeugen helle reine Töne.

Der Hund verendete drei Tage nach der Operation. Die Section ergab, dass der linke M. cricoaryt. post. etwa in der Mitte seines Verlaufs vollständig durchschnitten worden war.

b. Kräftiger Pudel.

Durchscheidung beider M. cricoaryt. post. längs der Crista media des Ringknorpels.

Die Stimmbänder stehen selbst bei tiefster Inspiration etwas über die Cadaverstellung hinaus gegen die Mittellinie zu. Bei der Phonation kommen beide in der Medianlinie zusammen. Stimme unverändert. Die andern Tags vorgenommene Untersuchung ergiebt dasselbe Resultat; nur zeigt sich mässige Dyspnoe bei unruhigem Verhalten des Thieres. Der Hund starb zwei Tage nach der Operation. Die Sektion ergab, dass beide M. cricoaryt. post., wie beabsichtigt, nur theilweise von ihren Ursprungsstellen losgetrennt waren, dass also die Lähmung als eine incomplete betrachtet werden muss.

c. Gelber Wolfshund.

Doppelseitige Durchschneidung der zu den Cricoaryt. post. führenden Nervenzweige.

Tiefe, langgezogene Athembewegungen unmittelbar nach der Operation, welche sich bald verlieren. Die Stimmbänder stehen bei der Respiration näher der Mittellinie als der Cadaverstellung. Bei sehr tiefer Inspiration gehen die Stimmbänder zusammen. Normaler Glottisschluss, unveränderte Stimme.

Das Thier starb am vierten Tage, ohne im Ruhezustande Respirationsbeschwerden gezeigt zu haben.

Die Sektion bestätigte die Durchtrennung der zu den Erweiterern gehenden Nervenästchen (Tafel II Fig. V).

d. Grauer Rattenfänger.

Die theilweise Loslösung beider Cricoaryt. post. von der Crista media der Ringknorpelplatte lässt keine Veränderung in der Weite und Beweglichkeit der Glottis erkennen.

Nach Durchschneidung des zum linken Cricoaryt. post. gehenden Nervenästchens steht das linke Stimmband der Mittellinie sehr

nahe und bleibt auch bei tiefer Inspiration in dieser Stellung. Das rechte führt fort sich inspiratorisch nach aussen zu bewegen.

Der rechte Cricoaryt. post. wird nun noch etwas mehr von der Ringknorpelplatte losgetrennt, sein Nervenzweig aber nicht durchschnitten. Jetzt erst lässt sich auch am rechten Stimmband ein Vorrücken gegen die Medianlinie und beschränkte aber nicht völlig aufgehobene Beweglichkeit nach aussen constatiren. Unruhe des Thieres und erschwerte Respiration, hie und da von einem Inspirationsgeräusche begleitet. Der Glottisschluss erfolgt normal, keine Veränderung der Stimme. Am nächsten Tage konnten bei ruhigem Verhalten des Thieres keine Respirationsbeschwerden mehr bemerkt werden. Stellung der Glottis bei der Inspiration und Phonation wie Tags zuvor. Der Tod erfolgte am vierten Tage nach der Operation. Die Sektion ergab, dass der linke Cricoaryt. post. ganz von der Ringknorpelplatte losgelöst und der zu ihm führende Nervenzweig durchschnitten war.

Der rechte Cricoaryt. post. war, wie beabsichtigt, nur theilweise durchschnitten, sein Nervenästchen aber noch vorhanden (Tafel II Fig. VI).

Analysirt man die so eben mitgetheilten Versuche, so ergibt sich, dass unmittelbar nach Durchschneidung der zum Cricoaryt. post. führenden Nervenästchen eine von langgedehnter, tiefer und tönender Inspiration begleitete Dyspnoe auftrat, welche aber bald wieder verschwand, und dass ferner, auch wenn die Thiere einige Tage lebten, entweder keine oder nur zeitweise Dyspnoe vorhanden war.

Der Umstand, dass gleich nach der Operation Dyspnoe sich einstellte, erklärt sich aus der dadurch hervorgebrachten sofortigen Verengerung der Glottis, welche dem erschwerten Lufteintritt entsprechend tiefere und häufigere Inspirationen nothwendig machte. Dadurch entsteht aber ein Missverhältniss in der Spannung der oberhalb und der unterhalb der Glottis befindlichen Luftsäule, die Stimmbänder werden durch Aspiration einander noch mehr genähert und so der Lufteintritt noch mehr behindert.

Dieses Verhalten kann man auch am normalen Menschen hervorrufen; fordert man denselben zu rasch aufeinanderfolgenden sehr tiefen Inspirationen auf, so ergibt die Spiegeluntersuchung statt des

normalen inspiratorischen Auseinanderweichens der Stimmbänder ein inspiratorisches Zusammengehen derselben.

Dass die Dyspnoe keine anhaltende war, sondern rasch verschwand, ist nicht nur bedingt durch die allmälig wieder ruhiger werdende Respiration und die schnelle Angewöhnung der Thiere an das immerhin ziemlich beträchtliche Hinderniss, sondern auch, was ich hauptsächlich betonen muss, durch den Umstand, dass die antagonistischen Verengerer der Glottis ihren Einfluss erst nach längerer Zeit geltend machen und nicht schon nach wenigen Tagen.

Setzte man die Thiere in stärkere Aktion, so traten sofort beschleunigte Athmung, Dyspnoe und stridulöse Larynxgeräusche auf, ein Verhalten, wie es auch in den zwei klinisch beobachteten reinen Fällen von doppelseitiger Lähmung der Erweiterer vorhanden war. Der erwachsene Kranke Gerhardt's bekam beim Treppensteigen ebensogut hochgradige Dyspnoe und tönende Inspiration, wie Riegels kleiner Patient, der, wenn er ruhig sass, ohne sonderliche Beschwerde respirirte und zwar noch zu einer Zeit, wo die Verengerung der Glottis schon einen ziemlich hohen Grad erreicht hatte.

Würde es gelingen, die Thiere längere Zeit, etwa mehrere Monate, am Leben zu erhalten, so würde die anfangs nur bei stärkerer Muskelaktion auftretende Dyspnoe ganz gewiss sich allmälig auch im Ruhezustande einstellen und schliesslich zu asphyktischen Erscheinungen führen. Dass allerdings in den seltensten Fällen und nur unter den günstigsten Vorbedingungen, wie bei unbedeutender Blutung, mangelnder Glandula thyreoidea und geringer Insultirung des Oesophagus, die Thiere doch die sehr eingreifende Operation überleben können, hat mir ein kräftiger Schäferhund bewiesen, welcher statt der beabsichtigten Lähmung der Erweiterer eine Recurrensparalyse davontrug und viele Wochen nachher zu Blutdruckmessungen verwendet wurde, ein Umstand, der mich bestimmte, die Frage nach der Stellung der Glottis bei Wegfall der Erweiterer auch fernerhin zu verfolgen.

Am Schlusse meiner Untersuchungen angelangt, erübrigt mir nur noch, der unmittelbar vor Publikation dieser Zeilen erschienenen Arbeit Schmidt's „die Laryngoskopie an Thieren, Tübingen 1873“

Erwähnung zu thun. Ich habe bereits an anderer Stelle (Vergl. Berliner klinische Wochenschrift 1873 Nr. 20) darauf hingewiesen, dass meine Resultate in mehrfacher Hinsicht von denen Schmidt's abweichen. Da ich auch jetzt noch meine Behauptungen in vollem Umfange aufrecht erhalten muss, erachte ich es für nothwendig, auf die strittigen Punkte etwas näher einzugehen.

Ich habe sowohl nach einseitiger als nach doppelseitiger Durchschneidung des Laryngeus superior bei der Respiration die Stimmbänder weder in ihrer Form noch in ihrer Beweglichkeit verändert gefunden.

Schmidt hingegen fand, dass nach einseitiger Durchschneidung des Laryngeus superior bei der Respiration das Stimmband auf der verletzten Seite länger war und bei etwas stärkerer Inspiration weiter nach aussen ging, als das auf der nicht verletzten Seite. Nach doppelseitiger Durchschneidung war diese Veränderung der Glottis ebenfalls vorhanden, aber weniger auffallend.

Ich lege diesem Verhalten der Stimmbänder während der Respiration keine besondere Wichtigkeit bei, weil ich glaube, dass die verschiedenen Resultate durch die Verschiedenheit der zu den Versuchen verwendeten Thiere bedingt sein können.

Anders gestaltet sich jedoch diess bei Vergleich der Stellung der Stimmbänder während der Intonation, d. h. doch wohl Phonation.

Bei meinen Versuchen zeigte sich, dass nach einseitiger Durchschneidung des Lar. sup. während der Phonation das Stimmband auf der verletzten Seite etwas kürzer erschien und in seiner vordern Hälfte eine kleine nach innen concave Ausbuchtung hatte. Nach doppelseitiger Durchneidung des Lar. sup. hingegen trat während der Phonation ein ziemlich beträchtliches elliptisches Klaffen der Bänderglottis ein.

Schmidt fand nach einseitiger Durchschneidung des Lar. sup. während der Phonation, oder was wohl dasselbe ist, „beim Produciren schnurrender Geräusche," dass der vordere Theil der Stimmbänder bis zum Processus vocalis eine sehr enge Spalte bildete, indem die Stimmbänder sich fast berührten, während der hintere Theil der Stimmritze zwischen den Aryknorpeln offen blieb und eine rautenförmige Gestalt zeigte.

Eine Beschreibung oder Abbildung der Glottis bei der Phonation nach doppelseitiger Durchschneidung des Lar. sup. zu geben, hat Schmidt unterlassen; er erwähnt nur, dass die Stimmbänder sich in fortdauernden leichten Bewegungen, sogar beim gewöhnlichen ruhigen Athmen, befunden hätten, und dass die Stimme tiefer und noch heiserer als bei einseitiger Durchschneidung geworden sei. Abgesehen davon, dass die Durchschneidung der Laryngei superiores oder was das Nämliche ist, die Lähmung der Crico-

thyreoidei ein Klaffen der Glottis in ihrem hintersten Abschnitte der Knorpelglottis bewirken solle, also dasselbe wie die Lähmung der vom Recurrens versorgten Muskeln der Hinterwand und der Cricoarytaenoidei laterales, möchte ich mir nur die Frage erlauben, woher es kommt, dass nach einseitiger Durchschneidung des Lar. sup. das Stimmband der nicht verletzen Seite, wo also sämmtliche Muskeln normal funktioniren können, gleichfalls an dem Klaffen der Knorpelglottis Antheil nimmt, wie nicht nur aus der Beschreibung, sondern auch aus der beigegebenen Abbildung Tafel II Figur IV b. deutlich hervorgeht?

Weitere Differenzen ergeben sich wegen des Cricoarytaenoideus posticus.

Der Umstand, dass bei meinen Versuchen keine sofortigen Erstickungserscheinungen eintraten, beweist, dass die Verhältnisse beim Hunde nahezu dieselben sind wie beim Menschen. Was die Stimme anlangt, so zeigte diese in allen meinen Versuchen nicht die geringste Veränderung.

Schmidt hingegen fand, dass dieselbe schon nach einseitiger Durchschneidung des Cricoaryt. post. unrein und tiefer wurde, dass nach doppelseitiger Durchschneidung der Erweiterer aber vollständige Aphonie eintrat.

Dass bei dieser heikelsten aller Operationen von Schmidt der Cricothyreoideus mit einer Nadel durchstochen und der Stamm des Recurrens mittelst eines Häkchens nach vorne gezogen wurde, um einerseits den Larynx um seine Längsaxe rotiren zu können, andererseits die zum Cricoaryt. post. gehenden Nervenzweige besser sichtbar zu machen, hat jedenfalls nicht dazu beigetragen, seine Experimente als untadelhaft erscheinen zu lassen. Der Umstand, dass bei der Sektion die Recurrentes unverletzt gefunden wurden, beweist noch lange nicht, dass auch ihre Leistungsfähigkeit unbeeinträchtigt war.

Was endlich die Bemerkung Schmidts anlangt, dass nach doppelseitiger Durchschneidung der Erweiterer der todte Larynx in der Intonationsstellung verharrt habe, so kann ich darauf nur entgegnen, dass nach dem Erlöschen des Lebens noch niemals eine andere als die Cadaverstellung constatirt wurde, mochte die Lähmung gewesen sein, wie sie wollte.

Erklärung der Spiegelbilder auf Tafel II.

Figur I. Durchschneidung des linken Laryngeus superior. Phonationsstellung.
„ II. „ beider Laryngei superiores. Phonationsstellung.
„ III. „ des linken Recurrens. Phonationsstellung
„ IV. „ beider Recurrentes. Cadaverstellung.
„ V. „ beider Nervi cricoaryt. post. Inspirationsstellung.
„ VI. „ des linken Musc. und Nerv. cricoaryt. post. und unvollständige Durchschneidung des rechten Musc. cricoaryt. post. Inspirationsstellung.

Fig. I.



Fig. II.



Fig. III.



Fig. IV.



Fig. V.



Fig. VI.




UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Versuche über die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung.

Von

Dr. J. Forster,

Assistent am physiologischen Institute zu München.

(Mit Tafel II.)

Verbrennt man einzelne Theile des Thierkörpers, so bleibt bekanntlich eine Asche zurück, welche im Wesentlichen stets die nämlichen Bestandtheile enthält. Diese Aschebestandtheile stehen entsprechend den Organen und Säften, aus welchen sie stammen, in einem wechselnden Mengeverhältnisse zu einander; hiegegen hinterlassen gleiche Gebilde verschiedener Thiere bei der Verbrennung annähernd dieselbe procentische Aschemischung.

Nachdem man früher die im Thierleibe befindlichen anorganischen Stoffe als zufällige und unwesentliche betrachtet, hatte eine Reihe von Untersuchungen, welche namentlich Liebig und seine Schüler unternommen, zu dieser Kenntniss geführt, und es ist Liebig's Verdienst, hiebei das Verhalten der Aschebestandtheile im Körper und die Wichtigkeit derselben für den Aufbau und die Erhaltung des Thieres neben der Bedeutung der s. g. organischen Stoffe in helles Licht gesetzt zu haben. Die anorganischen Stoffe sind für den Bestand des Thierkörpers ebenso nothwendig als die organischen, ja es besteht derselbe, wenn man das Wasser hinzurechnet, grösstentheils aus ersteren.

Wie Liebig darstellt, haben die einzelnen Aschebestandtheile im Körper bestimmte Aufgaben zu erfüllen.

Die eine Gruppe derselben dient nach ihm in Verbindung mit dem Eiweisse zum Aufbau der Organe.

Die zweite hat die Aufgabe, die Reaktionen der Körpersäfte, vor allem die Alkaleszenz des Blutes herzustellen.

An beiden Gruppen betheiligt sich nach Liebig das aus der Nahrung stammende Kochsalz, indem es sich im Körper mit andern Salzen umsetzt und so zur Zell- und Säftebildung beiträgt. Ausserdem wirkt es noch selbstständig, indem es, ohne Antheil am Bildungsprocesse zu nehmen, die Lösungs- und Diffusionsfähigkeit der Eiweissstoffe beeinflusst.

Die Einsicht in die Bedeutung der Aschebestandtheile wird erhöht durch Analysen, welche von den verschiedensten Seiten (Frémy, Payen, Bibra, Enderlin, Zalesky etc.) ausgeführt wurden. Es zeigte sich dabei, dass die Aschemengen, welche gleiche Quantitäten der einzelnen Organe eines Thieres liefern, sehr ungleich sind, während entsprechende Organe verschiedener Thiere eine Aschemenge enthalten, welche in einem annähernd gleichen Verhältnisse zu der Menge der verbrennlichen Theile derselben steht.

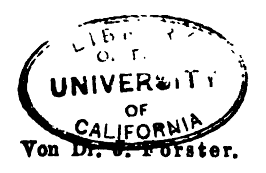
Liebigs Anschauungen finden hierin eine weitere Stütze und bilden demnach mit Recht heute noch die Grundlagen, auf welchen die Urtheile über die Bedeutung der Aschebestandtheile im Thiere fussen.[1]

Während man so über den Werth der Aschebestandtheile zu bestimmten Anschauungen gekommen war, hatte man kaum annähernde Vorstellungen davon, in welcher Quantität dieselben zur Erhaltung oder zum Aufbau eines Organismus zugeführt werden müssen. Hiezu reichen nicht mehr blosse chemische Analysen aus, sondern es gehören dazu physiologische Versuche am Thiere.

Die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper, an deren ungestörten Fortgang die Lebenserscheinungen geknüpft sind, bedingen, wie man früher annahm, einen raschen Wechsel der organisirten Körpersubstanz; so liess man z. B. die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte immer aus organisirtem Eiweisse abstammen. In demselben Maasse, in welchem dadurch das Körpermaterial verbraucht wird, musste es stets wieder dem Blute und von hier den Organen

---

1) v. Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiol. Chem. 1867; — Longet, Traité de physiologie, 1869.



zugeführt werden. Dies geschieht durch die Nahrung, in welcher dasselbe bereits vorgebildet enthalten ist. In der zu Grunde gehenden Körpersubstanz finden sich aber neben den verbrennlichen Stoffen auch unverbrennliche Salze und ebenso in der Nahrung, in letzterer die nämlichen und annähernd in demselben Verhältnisse, wie im Blute der dieselbe geniessenden Thiere.

Hieraus schloss Liebig, dass diejenigen verbrennlichen Nahrungsstoffe, welche nach ihm das verbrauchte Körpermaterial zu ersetzen haben, nämlich die Eiweissstoffe, nur bei der Anwesenheit der Salze in der Nahrung befähigt sind, zu Blutbestandtheilen und damit zur Körpersubstanz zu werden. Fehlen jenen die Salze, so geht ihnen entweder die Eigenschaft der Verdaulichkeit oder die Fähigkeit ab, Blut und die Organe zu bilden. Nahrungsmittel ohne die entsprechenden Salze sind ihm „für den Ernährungszweck so gleichgültig, wie der Genuss von Steinen".

Nun ist gezeigt worden, dass auf die Grösse der Zersetzungen im Thierkörper, namentlich der eiweissartigen Stoffe, die Zufuhr der verbrennlichen Nahrungsstoffe den wesentlichsten Einfluss übt. Voit ist vor Allem durch die Resultate seiner vielfach modificirten Versuche zu der Schlussfolgerung gelangt, dass die organisirte Körpersubstanz nur in geringem Grade zerfällt, und die verbrennlichen Nahrungsstoffe nicht ausschliesslich zum Ersatze von Organisirtem, sondern, dem Säftestrom sich zumischend, zumeist direkt den Zersetzungsvorgängen dienen.

Diese Erkenntniss lässt natürlich die bisher gewonnenen Anschauungen über das Verhalten der Salze im Körper völlig unverändert bestehen. Allein die Frage nach der Zufuhr der Aschebestandtheile und der erforderlichen Menge derselben in der Nahrung wird dadurch wesentlich berührt.

Wird beständig im Thierkörper in grossem Maasse organisirte Substanz zerstört und die offenbar von Liebig gemachte Voraussetzung angenommen, dass die Aschebestandtheile derselben mit den übrigen Zersetzungsprodukten alsbald aus dem Körper entfernt werden, so müssen reichlich Aschebestandtheile zugeführt werden.

Hält man dagegen den Gedanken fest, dass die organisirte Körpersubstanz nur wenig an dem Zerfalle Theil nimmt, so kann

man sich vorstellen, dass eine beständige Zufuhr der Aschebestandtheile wohl für den Aufbau, also zum Wachsthume des Organismus, erforderlich ist, dass dieselbe aber nur in geringem Maasse nothwendig erscheint, wenn es sich um die Erhaltung des einmal ausgewachsenen und mit der Nahrung im Stoff-Gleichgewichte befindlichen Körpers handelt.

Die Richtigkeit dieser Vorstellungen kann natürlich nur durch Salzhungerversuche, Versuche mit Entziehung einzelner oder der Gesammtsalze in der Nahrung, festgestellt werden.

Dass nun ohne die Salze ein Aufbau der Zellen und Organe bei noch wachsenden Thieren nicht möglich ist, scheint aus Versuchen Chossat's[1]) und A. Milne-Edwards[2]) hervorzugehen. Diese sahen nämlich junge Tauben bei sehr geringer Kalkzufuhr unter Knochenerweichung zu Grunde gehen, während junge Tauben bei der gleichen Nahrungsmenge, aber mit Kalk, sich wohl erhielten. Ueber die nothwendige Grösse der Kalkzufuhr geben die Versuche jedoch keinen Aufschluss.

Wie verhält es sich aber mit der Salzzufuhr beim ausgewachsenen, mit den Nahrungsstoffen im Gleichgewichtszustande befindlichen Thiere?

Hier liegen einmal Untersuchungen, welche den Einfluss des Entzuges einzelner Salze, so des Kochsalzes, auf die Vorgänge im Thierkörper darlegen sollen, mit den verschiedensten Resultaten vor. Sodann sind Ernährungsversuche mit Entziehung der Gesammtsalze bekannt, auf Grund derer einerseits die Verdaulichkeit der Eiweissstoffe ohne die Aschebestandtheile bestritten, andererseits eine dauernde Zufuhr der letzteren für die Erhaltung des Körpers verlangt wird.

Es frägt sich nun, was in beiden Fällen auf Rechnung des Salzentzuges zu setzen ist, und es erscheint daher nothwendig, die bekannten Untersuchungen einer Besprechung zu unterziehen.

Es sei mir vorerst gestattet, einige Bemerkungen über die behauptete Unverdaulichkeit salzfreier Nahrungsstoffe zu machen.

---

1) Compt. rend. de l'Acad. des scienc. de Paris t. XIV, p. 451.

2) Ebendaselbst t. LII, p. 1327.

Man hatte die Erfahrung gemacht, dass Thiere, die mit salzarmen Nahrungsstoffen gefüttert werden sollten, diese zu fressen verweigerten und eher zu Grunde gingen. Als nächste Annahme bot sich dar, dass diese Stoffe, z. B. die ausgelaugten Fleischrückstände, nicht verdaulich seien. Liebig[1]) schon hatte dies ohne Versuche gemacht zu haben angegeben, und Kemmerich[2]) theilt mit, dass es ihm niemals gelang, Hunde mit Fleischrückständen ohne Salzzusatz zu füttern, während bei Hunden, welche die ausgelaugten Rückstände entweder mit Fleischkalisalzen oder mit Chlornatrium vermischt frassen, Verdauung und Resorption wie gewöhnlich stattfand. Man könnte nun geneigt sein, die letzern Versuche dahin zu deuten, dass die Zugabe der Fleischsalze oder schon des Kochsalzes die Verdaulichkeit eines Nahrungsstoffes ermögliche oder befördere.

Doch taucht hier das Bedenken auf, ob denn die ausgelaugten Fleischalbuminate nicht auch verdaulich sein könnten ohne den Zusatz von Kochsalz oder Fleischsalzen. Wir wissen nämlich wohl, dass Kohlenhydrate, Fette, Leim ohne Salze in grosser Menge im Darme resorbirt werden, und zwar in nicht geringerer, als wenn Salze zugegen sind. Warum sollte dasselbe nicht auch bei den Eiweissstoffen der Fall sein.

Direkte Versuche über die Verdaulichkeit von Albuminaten ohne Salze waren zwar nicht vorhanden. Aber bei Versuchen von Magendie[3]) hatten sich Hunde gewöhnt, täglich 500—1000 Gr. ausgewaschenen Faserstoff zu fressen, nachdem sie anfänglich denselben verweigert hatten, und Magendie gibt nicht an, dass Nichts davon verdaut wurde. Auch Tiedemann und Gmelin[4]) erwähnen keine Verdauungsstörungen, als sie eine Gans 5 Tage mit je 190 Gr. ausgewaschenen Faserstoffes fütterten. Panum und Heiberg[5]) sahen nach Fütterung mit reinem aus

1) Liebig, chem. Br., Volksausg. 1865. S. 289.

2) Kemmerich, Pflügers Archiv f. Physiol. Band II. S. 75 u. 79.

3) Rapport au nom de la commission dite de la gelatine, Compt. rend. de l'acad. de Paris 1841 T. XIII, p. 237.

4) Die Verdauung. Heidelberg 1826, S. 178.

5) Panum, Bidrag til Bedömmelsen of Födemidlernes Naringsverdi. Kio-

Waizenmehl ausgewaschenem Kleber oder den gereinigten Eiweissstoffen des Blutes die Harnstoffmenge entsprechend der Quantität der eiweissartigen Stoffe in der Nahrung steigen.

Das Nichtfressen beweist also noch nicht die Unverdaulichkeit eines Stoffes im Darme, sondern eben nur, dass das Thier keinen Geschmack an demselben findet. So hatte Voit[1]) Hunde, welche hartnäckig Brod verweigerten, aber auch solche, welche rohes Fleisch dauernd nicht berührten und es nur gekocht frassen. Seit einer Reihe von Jahren werden übrigens die Fleischrückstände, die bei der Fleischextraktsbereitung in der hiesigen Hofapotheke gewonnen werden, als Zusatz zu Schweinefutter verwendet, das für sich allein die Thiere nur nothdürftig ernähren könnte, bei jenem Zusatze aber ein treffliches Mastfutter bildet[2]).

benhavn 1866. — Heiberg, Om Urinstoffproduktionen hos Hunde ved Foding med Blod og Kiöd tilberedt paa forskjellig Maade, 1866.

1) Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. W. München, Dezember-Heft 1869, S. 17.

2) In Betreff der Angabe Liebigs (v. Köln. Zeit. Nr. 154, 1868) über das Gegentheil s. Voit's Bericht an die Akad. d. W. zu München, a. a. O. S. 33. — Lehmann meldet (Untersuchungen aus d. landw. Centr. Vers. Stat. zu München), dass Geheimrath von Liebig Veranlassung gegeben habe, jene Rückstände wegen ihres grossen Nährstoffgehaltes als Futtermittel zur Verwerthung zu bringen; man habe daher in Fray Bentos die Fleischrückstände getrocknet und zu Pulver vermahlen. Die Wahrheit ist, dass Liebig in einer Anzahl von Publikationen die Fleischrückstände als werthlos bezeichnete und sie mit Steinen verglich. Voit hat dagegen auseinander gesetzt (Sitz. Ber. der b. Akad. d. W. Dezbr. 1869, S. 32), dass sie wie jedes Albuminat als Nahrungsstoffe bezeichnet werden müssen, ebenso wie Fett, Stärke etc. Die Bereitung der Rückstände, Trocknen und Pulvern, ist durch uns zuerst angewendet worden (a. a. O.) und haben Liebig, Kemmerich und auch Lehmann dieses Pulver bei uns gesehen.

Wenn später auf Veranlassung Liebig's an mehreren landwirthschaftlichen Versuchsstationen, z. B. in München und Poppelsdorf, Versuche über den Zusatz der ausgelaugten Fleischrückstände zu Schweinefutter gemacht wurden, so sind damit, wie zu erwarten, nur die von dem Stösser der hiesigen Hof-Apotheke (a. a. O. S. 33) gemachten langjährigen Erfahrungen bestätigt worden.

Auf den Cardinalpunkt, dass die Fleischrückstände auch ohne besondern Zusatz von Salzen bei stickstoffarmem Futter verwerthbar sind, hütet sich Lehmann sorgfältig einzugehen. Ueberhaupt ist in seiner Abhandlung von der Arbeit Voit's und meinen Versuchen, die ihm wohl bekannt sind, nicht die Rede. Er citirt Kemmerich (S. 6 s. A.), aber als er, sich auf die Resultate meiner Untersuchungen (a. a. O. S. 23) stützend, berichtet, dass, wenn Hunden zwangsweise die Rückstände beigebracht werden, dieselben nach einigen Wochen an „Entkräftung“ sterben, sagt er nur: „wie Versuche ergeben haben“. —

Wir vermögen daher keine Berechtigung zu dem Schlusse zu erkennen, dass Eiweissstoffe ohne Salze unverdaulich seien. Nur quantitative Versuche am Thiere können hier die Entscheidung bringen.

Welches sind aber nun die Resultate der Versuche, welche als Salzhungerversuche betrachtet werden? Haben wir von denselben eine Lösung der mit dem Salzhunger in Zusammenhang stehenden Fragen zu erwarten?

Die Anwendung der Leimsubstanz, der Bouillontafeln, als Nahrungsmittel in den Pariser Hospitälern hatte zu einem Streite über die Bedeutung der Fleischbrühe und des in dieser enthaltenen Leimes geführt. Um zu einem Abschlusse in der Leimfrage zu gelangen, war von der französischen Akademie eine Commission gewählt worden, an deren Spitze Magendie gestellt wurde. In den von diesem unternommenen Versuchen[1]) wurden Hunde mit Fibrin aus Ochsenblut im nassen Zustande gefüttert. Anfänglich wiesen sie das Futter zurück, später gewöhnten sie sich daran. Obwohl sie nun 500—1000 Gr. täglich über zwei Monate lang frassen, so magerten sie doch ab und einer starb Hungers. Als dem Blutfibrin Bouillon der holländischen Compagnie zugefügt und der Hund mit dieser Mischung gefüttert wurde, verweigerte er nach etwa 30 Tagen vollständig das Fressen, hatte aber bis zu dieser Zeit um $^1/_7$ seines Körpergewichtes abgenommen.

Bei einem folgenden Versuche wurde als Futter gesottenes Fleisch, das von Fett und durch Auspressen in Leinewand möglichst von Salzen befreit war, verwendet. Ein 6.3 Kilogramm schwerer Hund erhielt täglich 250 Gr. davon. Das Thier magerte ab und wog am 43. Tage 4.8 Kilogramm. Schon in den letzten Tagen hatte es stets von seinem Fressen etwas Muskelfibrin übrig gelassen; bis zum 55. Tage verzehrte es immer weniger. Die Magerkeit war zu dieser Zeit gross, und eine völlige Erschöpfung des Thieres sichtbar.

Auch Mischungen von Blut- und Muskelfaserstoff wurden längere Zeit hindurch gegeben, aber in allen Fällen verfielen die Thiere schliesslich in Marasmus und starben Hungers, obwohl sie viel davon verzehrten.

---

1) a. a. O.

Wurde jedoch rohes Fleisch gefüttert, worin sich die nämlichen Stoffe vereinigt finden, so erhielt man eine ausgezeichnete Nahrung. Bei einer Fütterung mit rohem Fleische von Schafsköpfen, in derselben Gewichtsmenge wie früher, erhielt sich Gesundheit und Gewicht der Thiere 120 Tage lang.

Es war am natürlichsten, die Resultate der Magendie'schen Versuche auf das Fehlen der Aschebestandtheile zu beziehen.

Nun ist es nicht unmöglich, dass der Mangel der Salze wirklich zum Tode beitrug. Aber aus jenen Versuchen lässt sich das nicht entnehmen. Es ist nämlich möglich, dass der Salzhunger allein andere Erscheinungen hervorbringt und die Thiere aus Mangel an andern Substanzen zu Grunde gegangen sind.

Als Magendie die Thiere mit andern Nahrungsmitteln, Käse, weissem Brode, Eiern, welche Salze enthalten, fütterte, gingen dieselben ebenfalls zu Grunde, und als er bei dem ersterwähnten Versuche dem Blutfibrin 330—500 CCm. Bouillon mit den Aschebestandtheilen des Fleisches zusetzte, trat dasselbe ein, was bei der Fütterung mit Fasserstoff allein geschehen war: das Thier magerte ab und wäre bei Fortsetzung des Versuches zu Grunde gegangen.

Dieses schon hätte auf den Gedanken führen können, dass die beobachteten Erscheinungen neben dem Salzmangel von einer andern Ursache abhängig gewesen seien. Auch ein zweiter Umstand hätte Zweifel erregen können. Man war zu der Anschauung gekommen, dass zur Herstellung der Verdauungssäfte im Organismus gewisse Salze gehören, ohne welche keine Verdauung stattfindet. Nun ist aber, wie ich bereits erwähnte, in obigen Versuchen keineswegs von einer Störung der Verdauung die Rede. Diess musste doch bei einer Berufung auf jene Versuche beachtet werden.

Wir wissen jedoch jetzt, wesshalb die Versuchsthiere Magendie's ohne und auch mit den Salzen bis zum Tode abmagerten. Die Hunde wurden mit reinen Eiweïssstoffen gefüttert, welche dieselben anfangs verweigerten und später erst verzehrten. Bei dem anfänglichen Hunger waren die Thiere relativ fettarm geworden. Die Unmöglichkeit jedoch, einen fettarmen Körper fernerhin mit Eiweiss, Wasser und Salzen, z. B. mit reinem Fleische zu erhalten, hat Voit auf's Klarste auseinandergesetzt, und ich ver-

weise daher auf dessen Abhandlungen, in welchen auch die Magendie'schen Versuche erwähnt werden[1]). Voit meinte zwar einmal, dass der Mangel an Salzen bei letztern zu berücksichtigen wäre; dass der Einfluss desselben aber von keinem Belange war, beweist der nämliche Verlauf des Versuches, als dem Fibrin Bouillon zugesetzt wurde.

Als die Thiere mit rohem Fleische der schlechtesten Sorte gefüttert wurden, erhielten sie sich vollständig. Aber gerade dieses schlechte Fleisch, von Schafsköpfen stammend, enthält neben den Salzen, welche Liebig betonte, eine reichliche Menge Fettes, mehr als irgend eine andere Fleischsorte. Und nur diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass bei den Thieren, die durch vorausgegangene Nahrungsverweigerung sich in herabgekommenem Zustande befanden, Erhaltung des Körpergewichtes auf die Dauer und selbst Ansatz von Körpersubstanz möglich war.

Man weiss, dass das Brod, welches als die trefflichste Nahrungsmischung von je betrachtet wurde, allein genossen nur selten genügend ist, den Organismus zu erhalten.

William Stark (1789) genoss 42 Tage hindurch nur Brod und nahm in dieser Zeit um 17 Pfund an seinem Körpergewichte ab. Edwards und Balzac gelangten durch ihre Versuche dahin, das Brod eine ungenügende Nahrung zu nennen. Ein Hund, den Magendie ausschliesslich mit Waizenbrod fütterte, ging nach 40 Tagen zu Grunde.

Die bei reiner Brodfütterung auftretenden Erscheinungen glaubte man darauf beziehen zu müssen, dass mit dem Brode eine ungenügende Menge der Aschebestandtheile genossen würde, und folgerte demnach auch hieraus die Nothwendigkeit einer andauernden Salzzufuhr in grösserer Menge.

Doch wie bei den Fütterungen mit einfachen Nahrungsstoffen, ist auch hier die Ursache jener Erscheinungen eine andere. Ich erinnere hier an die Untersuchungen E. Bischoff's[2]). Ein Hund, welcher 133 Tage hindurch mit je 800 Grm. Brod gefüttert wurde, hatte in

---

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. III, S. 69 u. 70; Bd. V, S. 364—367.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. V, S. 454.

dieser Zeit 11% seines Körpergewichtes an Fleisch verloren. Während der ganzen Fütterungsdauer gab er, wie im Stickstoffe des Harnes jeden Tag gezeigt wurde, beständig Fleisch von seinem Körper ab, so dass er auch am Schlusse des Versuches noch nicht das Stickstoffgleichgewicht erreicht hatte. Eine Zugabe von Fleischextrakt und Kochsalz zum Brode mehrere Wochen hindurch bewirkte natürlich keine Aenderung dieser Abgabe.

Dasselbe Resultat ergibt sich aus Gustav Meyer's Ernährungsversuchen mit Brod am Hunde und Menschen, in welchen der Brodversuch Magendie's, dessen Folgeerscheinungen von Liebig auf Rechnung des Salzmangels gesetzt werden, bereits besprochen ist[1]).

Nicht der Mangel an Salzen ist es somit, der dem Brode für gewöhnlich die volle Ernährungsfähigkeit nimmt, sondern die Unmöglichkeit, mit Brod allein dem Körper, wenigstens des Fleischfressers und Menschen, die nöthige Menge von Eiweiss zu liefern.

Wie die ungenügende Zufuhr der Gesammtsalze, so sollte auch die Entziehung eines einzelnen Aschebestandtheiles in der Nahrung Störungen verursachen, die den Bestand des Organismus bedrohen. In dieser Beziehung wird ein sogenannter Kochsalzhungerversuch von Wundt verwerthet. Dieser[2]) genoss in einer fünftägigen Reihe als Hauptnahrung im Tage etwa 1/4 Kilogramm Fleisch, dazu Gemüse und 500 Grm. Brod, ohne Kochsalz zubereitet. Hiebei schied er im Harne folgende Kochsalzmengen aus:

I. Tag	7.21	Grm.
II. „	3.62	„
III. „	2.44	„
IV. „	1.86	„
V. „	1.09	„

Am 3., 4. und 5. Versuchstage wurde gefunden, dass der Harn eiweisshaltig war; das Eiweiss verschwand aus dem Harne erst am zweiten Tage nach erneuter Kochsalzzufuhr. Während des Versuches hatte sich eine allgemeine Ermattung eingestellt.

Wundt enthielt bei 59 Kilogrm. Körpergewicht etwa 4540 Grm. Blut mit 18 Grm. Kochsalz (das Blut nur zu 0.4% Kochsalz ge-

---

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. VII, S. 13 und 31.
2) Journ. f. prakt. Chemie Bd. 59, S. 354.

rechnet); bis zum 3. Tage, an welchem zufällig zuerst Eiweiss im Harne bemerkt wurde, betrug die Menge des ausgeschiedenen Chloralkalis, ohne Abzug des in der That noch in der Nahrung enthaltenen Kochsalzes, 11 Grm. Das Blut würde also, wenn dasselbe den Verlust allein getragen hätte, statt 0.4% noch immer 0.15% des Salzes enthalten. Klein und Verson[1]) zeigten jedoch, dass bei herabgesetzter Kochsalzzufuhr das Blut zwar etwas mehr als die andern Organe, allein doch nur mit 11% am Salzverluste Theil nimmt. Demgemäss beträgt die Kochsalzabnahme im Blute nur etwa 1 Grm., eine Abnahme, aus welcher wohl kaum eine so bedeutende Störung, wie der beobachtete Uebergang von Eiweiss in den Harn, zu folgern sein dürfte.

Wundt's Beobachtung steht übrigens ganz vereinzelt da. Falk[2]) erhielt bei ungesalzener Kost am 3. Versuchstage 0.9 Grm. Chlor im Harne, also eine ähnliche Herabsetzung der Kochsalzausscheidung, wie sie Wundt sah, ohne dass hiebei die geringste Störung stattfand.

Klein und Verson[3]) kommen durch ihre Versuche über die Wirkung der Kochsalzentziehung sogar zu dem Schlusse, dass dieses als Zusatz zu den Speisen nur als Genussmittel betrachtet werden müsse, das nur insofern unentbehrlich erscheine, als der Mensch daran gewöhnt sei.

Kemmerich[4]) findet bei Mangel an Kochsalz in der Nahrung während 10 Tagen wohl eine vermeintliche Verringerung des Fleischansatzes, aber keine krankhaften Störungen irgendwelcher Art.

Es ist ferner zu bemerken, dass Wundt in der von ihm gewählten Nahrung noch genug Chloralkalien genoss, dass also bei seinen Versuchen von völligem Kochsalzhunger nicht die Rede ist.

Wie sollten wir, wenn der Nichtzusatz von Kochsalz zu den Speisen wirklich so störend ist, die Möglichkeit der Ernährung des Fleischfressers erklären, in dessen Nahrung die Menge des

---

1) Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. W. zu Wien 1867, S. 627 ff.
2) Arzneimittellehre. Marburg 1849.
3) a. a. O.
4) a. a. O.

genossenen Kochsalzes nur eine äusserst geringe, in 100 Grm. Fleisch nur 0.11 Grm.[1]) ist?

Welche Vorstellung haben wir uns über Gedeihen und Wachsthum von Kindern zu machen, die in einem Liter Frauenmilch nur 0.26 Grm. Kochsalz (Analyse von Wildenstein) geniessen?

Mit Recht muss daher bezweifelt werden, dass die Eiweissausscheidung durch den Harn, wie sie Wundt beobachtete, in Beziehung zu der Kochsalzentziehung stand; und ich kann daher mit Salkowsky nicht übereinstimmen, wenn derselbe[2]) auf Grund dieses Versuches die Nothwendigkeit einer dauernden Kochsalzzufuhr als bewiesen erachtet.

Auch aus den bereits erwähnten Versuchen, die Klein und Verson[3]) am Menschen anstellten, könnte man zu der Folgerung geneigt sein, dass eine andauernde Kochsalzzufuhr nothwendig sei. Diese schliessen, dass eine Verringerung der Kochsalzzufuhr zu abnormen Verhältnissen in den Concentrationen der Lösungen im thierischen Organismus führe, und dass diese eine erhöhte Oxydation der Eiweisskörper zur Folge haben.

Verson setzte in zwei Perioden, die durch fünfwöchentliche Ruhezeit von einander getrennt waren, den Kochsalzgenuss so weit herab, als es bei der Nothwendigkeit, Nahrung einzunehmen, überhaupt möglich war. Bei einem täglichen Genusse von etwa 420 Grm. Rindfleisch, 400 Cc. Milch, 180 Grm. Reis, 280 Grm. Kartoffel, 200 Grm. Fett und 90 Grm. Brod ergab sich eine Einnahme von circa 1.4 Grm. Kochsalz, während in dem auf die zweite Versuchsreihe folgenden Zeitraume täglich etwa 25 Grm. genossen wurden.

Da 1.4 Grm. Kochsalz, beim Fleischfresser, einem Umsatze von 1230 Grm. Fleisch entsprechen[4]), so ist leicht einzusehen, dass dieselben für den Umsatz, der durch obige Nahrung unterhalten wurde, mehr als genügend sind, und dass in der That, wie die Verfasser sagen, ein weiterer Zusatz des Salzes nicht mehr als Nahrungs-

---

1) Voit, Einfluss des Kochsalzes etc. auf den Stoffwechsel. München 1860, S. 42.

2) Virch. Arch. Bd. 53, S. 213.

3) a. a. O.

4) Voit, a. a. O.

mittel dienen kann, sondern in das Bereich des Genusses fällt. Dagegen erscheint es nothwendig, die Schlüsse der Verfasser in Bezug auf die Erhöhung der Oxydation unter dem Einflusse des Kochsalzentzuges einer nähern Betrachtung zu unterziehen.

Klein und Verson stützen ihre Annahmen darauf, dass in einer ersten, von ihnen jedoch nicht mitgetheilten Versuchsreihe bei der oben angegebenen Nahrung die ausgeschiedene Harnstoffmenge einmal bis auf 44.2 Grm. gestiegen ist, während nach dem Stickstoffgehalte der Nahrung diess nicht zu erwarten war. Die Resultate der zweiten Periode und eine an diese geknüpfte 5tägige Aufnahme derselben Speisemenge, unter Zusatz von etwa 25 Grm. Kochsalz für je einen Tag, werden ausführlicher dargelegt. Die täglichen Harnstoffmengen in der achttägigen Kochsalzhungerreihe schwanken von 33.165 — 42.288 Grm.; in der sich anschliessenden Kochsalzreihe ergibt sich eine Schwankung der täglichen Harnstoffmengen von 37.44 — 41.90 Grm.

Als Mittel der beiden Reihen erhalte ich demnach:

1) ohne Kochsalzzufuhr	37.99 Grm.	Harnstoff;
2) bei „	39.29 „	„

Einem unbefangenen Beobachter dürften diese Zahlen entweder als der Ausdruck einer geringen Steigerung des Eiweissumsatzes unter dem Einflusse des dargereichten Kochsalzes, auf deren Ursache Voit[1]) hinwies, erscheinen, also gerade für das Gegentheil der Auslegung von Klein und Verson; oder man kann, wenn man die niedrige Harnstoffmenge des dem Versuche vorausgehenden Tages, die 36.48 Grm. beträgt, ins Auge fasst, annehmen, dass sich der Körper allmählig mit der eingeführten Nahrung ins Stickstoffgleichgewicht setzte.

Nach den Verfassern hat man sich jedoch nicht an die Zahlen der genau mitgetheilten zweiten Reihe zu halten, sondern an den Umstand, dass an einem einzelnen Tage der ersten, nicht beschriebenen Reihe die Harnstoffzahl 44.2 erschien.

Ich kann es daher nicht unterlassen, die Ursache der Schwank-

1) Voit, Einfluss des Kochsalzes etc., S. 65.

ungen in obigen Harnstoffzahlen darzulegen, wenn ich hiebei auch gezwungen bin, Bekanntes zu wiederholen.

Wenn aus den Harnstoffausscheidungen mit Sicherheit auf eine Erhöhung oder Verminderung des Eiweissumsatzes unter einem zu erforschenden Einflusse geschlossen werden soll, so hat man darauf zu achten, dass das Versuchsobjekt sich in dem Stadium einer gleichmässigen Stickstoffausscheidung befindet. Dieses tritt ein: erstens beim Hunger, indem hiebei, beim Hunde etwa nach dem 3. bis 6. Tage, die täglich ausgeschiedene Stickstoffmenge sich nahezu unverändert erhält, oder zweitens, wenn längere Zeit hindurch täglich eine in Wirklichkeit gleiche Menge von Eiweiss und stickstofffreien Nahrungsstoffen, welche den Körper auf seinem Bestande erhalten kann, als Nahrung gereicht und aufgenommen wird.

Es liegt nahe, dieses Verhalten durch ein Bild zu veranschaulichen:

Ein Cylinder von etwas grossem Durchmesser ist mit einer Flüssigkeit gefüllt. An der Seitenwandung des Cylinders ist in vertikaler Richtung ein Spalt, der in dem untern grössern Theile von der grössten Feinheit, in dem obern Theile eine geringe Erweiterung zeigt. Während nun längs des feinen Spaltes im untern Theile des Cylinders die Flüssigkeit nur in Tropfen durchsickert, fliesst aus dem nach oben fortgesetzten Stücke desselben die Flüssigkeit fächerförmig hervor.

Nach einer bestimmten Zeit, die bei derselben Flüssigkeit und demselben Drucke abhängig ist von dem Verhältnisse des Gefässdurchmessers zur Spaltenweite, wird das Niveau im Cylinder bis zu dem Punkte gesunken sein, an welchem die feine Spalte ihren Anfang nimmt. Dieser soll, wie ich annehme, am 4. Tage erreicht sein. Die tägliche Menge des Ausgeströmten hat sich bis dahin beständig verringert und bleibt nunmehr annähernd constant, und zwar um so mehr, je grösser der Durchmesser des Cylinders und je feiner der Spalt ist.

In diesem Falle haben wir also die gleichmässige Stickstoffausscheidung beim Hunger erreicht, wenn uns der Spalt, in seinem obern und untern Theile zusammen, die Bedingungen der Zersetzung des circulirenden und Organ-Eiweisses darstellt.

Wir können aber auch an jeder Stufe der obern Spalte das Niveau erhalten, und zwar entweder 1) mit einer kleinen, täglichen Schwankung, indem wir zur bestimmten gleichen Tagesstunde genau die Menge der Flüssigkeit in das Gefäss zurückgiessen, welche den vorhergehenden Tag über bis zu jener Zeit ausgeströmt, oder 2) indem wir in jedem kleinsten Zeittheilchen genau so viel zufliessen lassen, als durch den Spalt abfliesst. Man erkennt hiebei sofort, dass eine Verschiebung in der Zeit des Auffangens an den verschiedenen Tagen auch eine Aenderung der ausgeströmten Flüssigkeitsmenge an den betreffenden Tagen nach sich zieht.

Soll nun die Einwirkung einer Substanz auf die Ausflussgeschwindigkeit, resp. die Menge der ausgetretenen Flüssigkeit erforscht werden, so müssen die Bedingungen erfüllt sein, unter welchen das Flüssigkeitsniveau normal dieselbe Höhe behaupten kann, d. h. es muss der Gleichgewichtszustand hergestellt sein. Diese Bedingungen liegen, wie man leicht ersieht, hauptsächlich in der Grösse und Zeit der Zufuhr.

Uebertragen wir das Bild auf den lebenden Organismus, so sehen wir, dass hier Aehnliches statthat.

Es frägt sich nun, ob Klein und Verson die Vorbedingungen erfüllten, um entscheiden zu können, in wie weit Kochsalz einen Einfluss auf das Steigen und Fallen des Harnstoffes übe.

Als Versuchsobjekt gebrauchten sie den Menschen. Wir wissen nun, dass die Bedingungen der Ernährungsversuche auch am Menschen, wenn auch mit grossen Schwierigkeiten, zu erfüllen sind. Die Schwierigkeiten liegen in der Beschaffung einer gleichmässigen Nahrung, von deren Mischung, Menge und Aufnahmsfähigkeit die Ausscheidungsgrösse des Harnstoffes wesentlich beeinflusst wird, sowie in der richtigen und sorgfältigen Vertheilung der Nahrungsaufnahme und den entsprechenden Ausleerungen innerhalb eines Versuchstages. Dass in der That letzter Umstand von grosser Wichtigkeit ist, konnte in dem oben angeführten Bilde ersichtlich gemacht werden, und ist ausserdem durch vielfältige Erfahrungen bei Ernährungsversuchen festgestellt.

Klein und Verson hatten die Absicht, eine gleichmässige

Nahrung für ihre Versuchsreihen herzustellen; sie begnügten sich jedoch, täglich „etwa" 420 Grm. Fleisch etc., d. h. annähernd die gleiche Menge zu reichen. Ueber die erforderliche Gleichmässigkeit der verbrauchten Nährstoffe an den einzelnen Versuchstagen wird Nichts erwähnt; eine Analyse derselben ist nicht gemacht, bekannte Analysen sind als Grundlagen der Berechnungen genommen. Von einer Nahrungsaufnahme zur bestimmten Zeit ist nicht die Rede; ebenso ist die genaue zeitliche Abgrenzung der Ausscheidungen nicht beachtet, was beim Kothe sogar als unmöglich erklärt wird. Bemerkenswerth ist ferner, dass während der Zufuhr der ungewohnten, kochsalzarmen Speisen Uebligkeit bis fast züm Erbrechen und leichte Diarrhöen auftraten, also die Resorption der eingeführten Nahrung einem Wechsel unterlag. Der dem ersten Versuche vorausgehende Körperzustand ist nicht bekannt, und es ist desshalb nicht zu erschliessen, ob die gewählten Speisen eben den Körper erhielten oder während des Versuches Eiweiss-Ansatz oder Abgabe stattfand.

Alle diese Verhältnisse wirken so, dass selbst grössere Schwankungen in den täglichen Harnstoffmengen, die jedoch mit der breitesten Sorgfalt meist auf die 3. Dezimalstelle berechnet sind, eintreten mussten. Man kann demnach nicht überrascht sein, das eine Mal die Durchschnittszahl um mehrere Grammen überschritten zu sehen, während sie am nächsten Tage weit unter dieser bleibt. Dass dies in der ersten Versuchsreihe geschah, davon werden wir nicht unterrichtet, da nur eine einzige Zahl, und zwar die höchste, angegeben ist. In der zweiten Reihe, welche detaillirt mitgetheilt ist, und mit deren Zahlen die der ersten Periode annähernd übereinstimmen sollen, gibt sich die Schwankung nicht nur in den Harnstoffzahlen, sondern natürlich auch in denen des Kochsalzes, namentlich am 4. Tage zu erkennen.

Wir sehen somit, dass eine Aufklärung über die Wirkungen des Salzentzuges aus derartigen Untersuchungen nicht zu erwarten ist und wir müssen auch mit Bestimmtheit den Schluss zurückweisen, dass eine Aenderung der Concentration der Körperlösungen, durch Kochsalzentziehung hervorgerufen, die Oxydation des Eiweisses im Körper steigere.

Während ich mit meinen Versuchen beschäftigt war, wurde die Arbeit Kemmerichs[1]) veröffentlicht, die mit den von mir unternommenen Untersuchungen, namentlich in Bezug auf das als Nahrung verwendete Material, gewisse Aehnlichkeit hat. Nach ihm hat einmal der Entzug der Fleischsalze, sodann der des Kochsalzes eine bestimmte Wirkung auf den Ansatz von Körpersubstanz, sowie auf die Zersetzung.

Unter der Voraussetzung, dass die Fleischpressrückstände, die bei der Fleischextraktbereitung erhalten werden, ohne die Bestandtheile der Fleischbrühe nicht verwerthbar seien, dass jedoch die Wirkung der Brühe nach seinen eigenen Versuchen von den darin enthaltenen Kalisalzen herrühre, fütterte Kemmerich Hunde ausschliesslich mit den Fleischrückständen und einer künstlichen Mischung der Fleischbrühsalze. Mit dieser Nahrung erhielt er die Thiere 3 Monate lang, wobei ihr Gewicht ansehnlich zunahm. Um zu zeigen, dass die ausgelaugten Fleischrückstände durch die Kalisalze verwerthbar wurden, stellte er einen Vergleichsversuch an, bei welchem ein sechs Wochen alter Hund die Rückstände mit der Salzmischung, ein zweiter, ebenso alter die gleiche Menge der Rückstände nur mit Kochsalz erhielt. Nach 26 Tagen war der erste Hund kräftig und viel schwerer als der zweite, dieser dagegen hatte zwar ebenfalls an Körpergewicht zugenommen, war aber im kläglichsten Zustande.

Wenn man die Verschiedenheit der Gewichtszunahme so deuten darf, so hatte der mit den Salzen gefütterte Hund viel Körpersubstanz angesetzt, während dies bei dem andern nicht in so hohem Grade der Fall war. Die Verschiedenheit im Aussehen und Verhalten und in der Zunahme der Körpermasse bei den beiden Hunden käme nach Kemmerich auf Rechnung der Fleischkalisalze, da kein Zeichen verschiedenen Verdauungsvermögens und kein Unterschied in der Menge und dem Aussehen der Exkremente beobachtet wurde. Wenn nun bei gleicher Menge der verfütterten Rückstände mit der Salzmischung der junge Hund viel ansetzt, ohne dieselbe weniger, so muss, da gleichviel resorbirt wird, in

1) a. a. O.

letzterm Falle, d. h. bei Abwesenheit der Gesammtsalze, mehr zersetzt werden.

Als Kemmerich dem Hunde, der vorher Kochsalz zu den Rückständen erhalten hatte, die Salzmischung und dem andern Kochsalz allein mit den gleichen Quantitäten Rückständen gab, stieg das Körpergewicht des frühern Kochsalzhundes, doch auch der frühere Kalihund nahm innerhalb 32 Tagen mit Kochsalz zu.

Kemmerich fügte der Fleischsalzmischung stets noch Kochsalz zu. Als er dies unterliess, glaubte er keine Gewichtszunahme mehr zu finden; das Thier verhielt sich bezüglich der letztern wie das, welches nur Kochsalz zu den Albuminaten erhalten hatte. Das Kochsalz würde also den Folgerungen Kemmerich's nach eine Beschränkung der Zersetzungsvorgänge bewirken, während es doch in Wirklichkeit [1]) eine geringe Steigerung derselben hervorbringt.

Ein Ansatz von Organeiweiss setzt die constituirenden Salze voraus. Da nun bei den nicht ausgewachsenen Thieren, wie sie Kemmerich benützte, ein Ansatz von stickstoffhaltiger Körpersubstanz nur in so weit möglich erscheint, als phosphorsaure Alkalien und Erden wie Chloralkalien verfügbar waren, so könnte man sich denken, dass bei dem mit Kochsalzzusatz allein gefütterten Hunde der grössere Theil der genossenen Albuminate sich zum cirkulirenden Eiweisse gesellte, und auf diese Weise eine Vermehrung des Zerfalls und der Zersetzung zu Stande kam. Kemmerich's Schlüsse gründen sich jedoch lediglich auf die Vergleichung des Körpergewichtes der Versuchshunde. Wie ungerechtfertigt es aber ist, aus dem Körpergewichte allein Schlüsse zu ziehen, hat Voit zu öftern Malen dargelegt und lässt sich bei jedem Fütterungswechsel deutlich beobachten. Man könnte z. B. ebenso gut annehmen, dass während der Wassergehalt des Kalihundes stieg, der des Kochsalzhundes sich verminderte; und in der That fand ich bei Salzhunger eine durchgängige Verringerung des Wassergehaltes der Organe, wie ich später noch darthun werde.

Kemmerich hatte seine Versuche vor Allem des praktischen Interesses halber angestellt, nämlich zur Lösung der Frage, ob die

---

1) Voit, Einfluss des Kochsalzes etc. auf den Stoffwechsel, 1860.

bei der Fleischextraktfabrikation so massenhaft gewonnenen Fleischrückstände verwerthet werden könnten, wenn dieselben mit Zusatz von Fleischsalzen und Kochsalz verwendet würden. Diese Möglichkeit hat er für den Fleischfresser nachgewiesen, wie nicht anders erwartet werden konnte.[1])

In Bezug auf die Beantwortung der Frage jedoch, ob und in welcher Menge für den erwachsenen Organismus eine Zufuhr von Salzen erforderlich ist, geben die Versuche keinen Aufschluss, da sie einestheils an jungen Hunden, die zum Wachsthum der constituirenden Salze bedürfen, angestellt wurden, anderntheils der Einfluss des Salzentzuges nicht aus dem so trüglichen Körpergewichte oder einfachen Sektionsresultate erschlossen werden kann, sondern durch das Studium der Stickstoff- und Salz-Ausscheidung controlirt werden muss.

Die Stützen der Behauptung Kemmerich's[2]), dass der Mangel an Kochsalz allein schon einen Ansatz an Körpersubstanz verhindere, also den Umsatz vermehre, müssen, da ich die Unrichtigkeit einer ähnlichen Anschauung bei der Besprechung der Versuche Klein und Verson's nachgewiesen habe, hier ebenfalls einer Prüfung unterzogen werden.

Wenn es schon misslich ist, nach dem Verhalten des Körpergewichtes ein und desselben Thieres dessen Ansatz an Substanz zu beurtheilen, so ist es geradezu fehlerhaft, trotz gleicher Nahrungszufuhr aus der Vergleichung der Körpergewichte zweier Thiere, die sich nachweisbar in dem verschiedensten Körperzustande befinden, Schlüsse von irgend einer Tragweite zu ziehen.

Die Gewichtszahlen selbst[3]) widersprechen übrigens geradezu den von Kemmerich an sie geknüpften Deduktionen. Der vorher ohne Kalisalze gefütterte Hund, dessen Körperzustand am Ende der Reihe ein sehr herabgekommener war, und dessen Körpergewicht bei einer Fütterung mit den Albuminaten von 1500 Grm. Fleisch sich während den letzten neun Tagen von 4065 zu 4215 Grm. bewegt

---

1) Vergl. diese Abh. S. 302.
2) a. a. O. S. 83.
3) a. a. O. S. 81.

hatte, nahm, als er zu derselben Eiweissmenge nunmehr die Fleischbrühsalze nebst Kochsalz erhielt, in 3 Tagen um 600 Grm. zu; ob durch Ansatz von Eiweiss, Fett oder Wasser, lässt sich nicht entscheiden, das letztere erscheint jedoch am wahrscheinlichsten. In den folgenden 10 Tagen hielt sich das Gewicht bei der gleichen Nahrungszufuhr zwischen 4815—5090 Grm., d. h. es ist annähernd das Gleichgewicht eingetreten. Bei einer Erhöhung der Zufuhr, entsprechend den Albuminaten von 2000 Grm. Fleisch, und Entziehung des Kochsalzes stieg das Körpergewicht auf 5415 Grm. und bei weiterer Erhöhung, zu einer Albuminatsmenge von 2500 Grm. Fleisch, auf 5935 Grm., ein Gewicht, das bei der fortgesetzten gleichen Zufuhr sich kaum mehr änderte, als auch Kochsalz dem Futter zugesetzt wurde: es war nämlich in kurzer Zeit auch mit der auf 2500 Grm. Fleisch erhöhten Zufuhr bereits das Gleichgewicht eingetreten. In den 10 Tagen, in welchen der Hund kein Kochsalz erhalten, hatte sich also sein Gewicht von 5090 auf 5935 Grm. erhoben. Diese Vermehrung um 845 Grm. = 16.6 % des Körpergewichtes ist sicherlich nicht, wie dies Kemmerich thut, dahin zu deuten, dass bei Kochsalzentziehung der günstige Einfluss der Fleischbrühsalze auf den Fleischansatz nicht zur Geltung komme.

Der nunmehrige Natronhund des Vergleichsversuches hatte sich bei der gleichen Zufuhr fast auf dem vorher erreichten Gewichte erhalten; dasselbe, um diese Zeit schon höher als das des andern Thieres, da bei der vorausgehenden vollkommenen Fütterung das Gleichgewicht rasch erreicht war, hatte sich in 15 Tagen nur um 280 Grm. vermehrt. Als jedoch eine Vermehrung der Eiweisszufuhr gleichzeitig und in gleicher Weise wie beim Kalihunde statthatte, stieg das Körpergewicht in den folgenden 10 Tagen von 5655 auf 6500 Grm., welches Gewicht bei Fortsetzung der Fütterung um fast 600 Grm. sank. Da das Körpergewicht allein über die Art des Ansatzes oder der Abgabe nichts aussagt, Analysen der Exkrete nicht vorliegen, so ermangelt natürlich eine genügende Erklärung für dieses Sinken.

Es liegt auf der Hand, dass Kemmerich das Körpergewicht der Versuchsthiere selbst nicht der Beachtung werth

gehalten hatte. Er sagt S. 83: „Die Tabelle zeigt endlich, dass vom 52. Tage an, ohne die Nahrungsmengen zu steigern, wieder ein rapides Wachsen des Kalihundes constatirt wurde", da nun wiederum 1—2 Grm. Chlornatrium täglich dem Futter beigemischt wurden. Dieses rapide Wachsthum hatte Kemmerich nicht aus dem Gewichte des Kalihundes, wie man vermuthen sollte, geschlossen, sondern aus der Gewichtsdifferenz beider Versuchshunde; und das „Wachsen" des Kalihundes unter dem Einflusse der erneuten Kochsalzzufuhr besteht in der Gewichtsabnahme des Natronhundes.

In derselben Weise nun wurde die Wirkung der Kochsalzentziehung, welche durch die Verminderung des Ansatzes ein gleiches Verhalten des Körpergewichtes beider Versuchsthiere veranlasst haben sollte, aus der täuschenden Gewichtsdifferenz der Thiere geschlossen. Dem Umstande, der allein das beobachtete Verhalten in Bezug auf das Körpergewicht hervorrief, nämlich der gleichzeitigen und gleichmässigen Vermehrung der Nahrung der beiden Thiere, wurde nicht die mindeste Rechnung getragen.

Als Illustration zu Kemmerichs Folgerungen gebe ich die von ihm angegebenen Zahlen in der beigefügten graphischen Darstellung (siehe Tafel II).

Es ist wohl kaum nöthig, der Tafel noch Worte hinzuzufügen. Wenn man das Körpergewicht als genügend zur Beurtheilung des Fleisch-Ansatzes betrachten will, so gibt es wohl kein prägnanteres Bild des Einflusses, welchen die Vermehrung der Eiweisszufuhr, ohne andere Faktoren, auf das Wachsthum des Körpers in beiden Fällen übte. Das geringere Ansteigen der Curve beim Natronhunde in den ersten Wochen des Versuches liesse sich dann daraus erklären, dass bei dem Mangel der schmeckenden Salze vom Natronhunde nicht stets die gesammte Futtermenge verzehrt wurde, sondern kleine Mengen übrig gelassen wurden. Hierüber ist von Kemmerich nichts angegeben, es schliesst derselbe vielmehr auf eine gleiche Verdauung bei beiden Thieren nur aus dem gleichen Ansehen der Exkremente.

Aus den besprochenen Versuchen können wir somit weder den Einfluss erkennen, welchen die Entziehung von Salzen auf den erwachsenen thierischen Organismus ausübt, noch erhalten wir Auf-

schlüsse über die erforderliche Grösse der Salzzufuhr oder deren Nothwendigkeit überhaupt.

Nur neue Untersuchungen konnten hier entscheiden, deren Ausführung ich übernommen habe [1]).

Bevor ich hiezu schritt, musste ich mir eine Vorstellung schaffen, wie sich die im Körper vorhandenen Mineralbestandtheile in Bezug auf die Zufuhr verhalten können. Ich sehe hiebei von dem Schwefel, der zur Constitution des Eiweisses gehört, völlig ab, da derselbe überall mit letzterem sich vorfinden muss; meine Theilnahme hat sich auf die übrigen Aschebestandtheile zu beziehen, welche als Salze [2]) im Körper sich befinden.

Neben den durch die Analysen der Organe und Säfte gewonnenen Kenntnissen müssen zur richtigen Beurtheilung die Ausscheidungsverhältnisse der Salze, so weit sie bisher bekannt sind, berücksichtigt werden.

Mit Rücksicht hierauf und im Hinblicke auf den Zweck meiner Versuche theile ich die im Körper vorhandenen Salze in zwei Kategorien:

1) Ein Theil der Salze befindet sich in fester Verbindung mit den verbrennlichen Körpersubstanzen in den organisirten Gebilden und als nothwendige Bestandtheile in den Säften und im Blute; dies sind die eigentlichen Körpersalze.

2) Ein anderer Theil, in weitaus geringerer Menge vorhanden, ist einfach in den Säften gelöst, ohne in festere Verbindung mit der Körpersubstanz zu treten; dies sind die im Ueberschusse eingeführten Salze und solche, welche beim Zerfalle und der Oxydation der verbrennlichen Stoffe im Körper frei werden oder in Verbindung mit deren Zersetzungsprodukten getreten sind.

So lange die eigentlichen Körpersalze in Verbindung mit den organisirten Gebilden sind, können dieselben natürlich den Körper nicht verlassen. Aber auch die in den Körpersäften gelösten Salze

---

1) Die Hauptresultate theilte Prof. Voit bereits mit in den Sitzungsberichten der k. b. Akad. d. Wissensch. Dezbr. 1869.

2) Es sei der Einfachheit halber erlaubt, diesen Namen für dieselben zu gebrauchen.

der ersten Gruppe werden durch die in den Nieren gegebenen Bedingungen verhindert, aus dem Körper auszutreten. Hiebei lasse ich es dahin gestellt, ob die Menge der constituirenden Salze, je nach der Zufuhr derselben, in gewissen, jedoch engen Grenzen sich bewegen kann.

Neben den Analysen, welche gezeigt hatten, dass gleiche Organe und Säfte unter den verschiedensten Umständen dieselbe procentische Aschemenge enthalten, liefern anderweitige Beobachtungen uns noch weitere Aufschlüsse.

Bidder und Schmidt[1]) bemerkten beim Hunger ein baldiges Verschwinden der Chlorverbindungen im Harne zu einer Zeit, wo der Körper noch reichlich Chlor enthielt.

Voit[2]) zeigte, dass wenn Stickstoff im Körper angesetzt wird, in den Exkreten der Antheil der Aschebestandtheile von der Nahrung fehlt, der in dem aus dem angesetzten Stickstoffe berechneten Fleische vorhanden ist.

E. Bischoff[3]) prüfte die Ausscheidung der Phosphorsäure bei verschiedener Nahrungszufuhr und erhielt als Resultat seiner Versuche, dass Stickstoff und Phosphorsäure in den Ausscheidungen mit einander fallen oder steigen, wenn Fleisch am Körper angesetzt oder von demselben abgegeben wird.

Kemmerich[4]), der einem Hunde 52 Tage lang nur die Kalisalze und Erden des Fleisches mit ausgelaugten Fleischalbuminaten gereicht hatte, fand im Blutserum doch die Natronsalze in gewöhnlicher Weise vorherrschend, da nur Kalisalze augeschieden wurden.

Anders verhalten sich dagegen die Salze der zweiten Gruppe, die nicht oder nicht mehr zum Bestande der Körpersubstanz gehören; diese können nämlich stets in den Nieren aus dem Körper entfernt werden, entsprechend der Menge, in welcher sie im Blute vorhanden sind.

---

1) Verdauungssäfte, 1852, S. 312.
2) Zeitschr. f. Biol. Bd. II, S. 53 und 240.
3) Ebendaselbst Bd. III, S. 309 u. ff.
4) a. a. O. S. 85.

Dieser Annahme widersprechen die Verhältnisse nicht, welche sich bei der Ausscheidung der Salze aus dem Organismus gezeigt hatten, namentlich nicht das Aufspeichern und Zurückhalten derselben, — unabhängig von dem Verhalten des eingeführten Stickstoffes, — wie es vom Kochsalze von allen Autoren, von Barral, Gaupp, Voit bis zur neuesten Zeit, gleichmässig beobachtet wurde, sondern sie erklären sich durch dieselbe vollkommen.

Werden nämlich Salze im Ueberflusse, wie es beim Kochsalz gewöhnlich geschieht, oder Salze, welche nicht zur Constitution des Körpers gehören, wie etwa schwefelsaures Natron, in den Körper aufgenommen, so bilden sie im Blute und andern Säften eine nach Verhältniss der Aufnahme concentrirte Lösung. Bei dem Durchtritte durch die Nieren wird innerhalb einer bestimmten Zeit eine dieser Concentration entsprechende Menge des Salzes ausgeschieden.

Wird die Zufuhr nun plötzlich unterbrochen, so wird mit der in jedem Momente stattfindenden Ausscheidung in der Niere die Concentration des betreffenden Salzes im Blute eine geringere, in derselben Zeit also, wie vorher, auch eine geringere Menge des Salzes ausgeschieden.

Ich bezeichne mit s die Menge einer Lösung von dem Salzgehalte c, aus welcher in t Zeit der Bruchtheil $\frac{s}{n}$, also mit $\frac{c}{n}$ Salz, entfernt wird. Wird in t stets wieder $\frac{s}{n}$ mit $\frac{c}{n}$ zu der ursprünglichen Lösung gebracht, so bleibt natürlich s und c stets gleich. Tritt aber $\frac{s}{n}$ mit o Salz hinzu, so ist jetzt für den nachfolgenden, gleichen Zeitraum t_1 der Salzgehalt der Lösung nicht mehr c, sondern $c - \frac{c}{n} = c_1$. In t_1 wird also nicht mehr $\frac{c}{n}$, sondern $\frac{c_1}{n}$ Salz entfernt. Für t_2 erhält man so $c_1 - \frac{c_1}{n} = c_2$. Dies geht so weiter, bis zuletzt c_n verschwindend klein geworden, d. h. bis alles nachweisbare Salz aus der Lösung verschwunden ist.

In ähnlicher Weise kann, bei steigender Zufuhr des Salzes,

das Bild einer allmähligen Ansammlung desselben und demnach einer Steigerung der Concentration construirt werden.

Nach dem erwähnten Schema findet in den Nieren die Ausscheidung der freien Salze aus dem Blute statt, und es ist sonach verständlich, wie eine sogenannte Aufspeicherung oder Sättigung des Körpers mit solchen Salzen, welche jedoch nur von der Raschheit der Aufnahme und der Aufnahmsfähigkeit derselben im Darme im Verhältnisse zu der Grösse der Vorgänge in den Nieren abhängt, oder ein vermeintliches Zurückhalten jener im Körper zu Stande kommt.

Zurückhalten von Salzen wie Sättigung in dieser Weise darf jedoch durchaus nicht verwechselt werden mit einem wirklichen Ansatze der Salze in Verbindung mit der Körpersubstanz.

Ausser bei dem gewöhnlich im Ueberschusse eingeführten Kochsalze würden sich dieselben Erscheinungen auch bei allen freien Körpersalzen ergeben, wenn nicht deren Ausscheidung in der Zeiteinheit annähernd gleichen Schritt halten könnte mit der Zersetzung in den Organen, bei welcher jene frei werden.

Frägt man nun, unter der Annahme einer solchen Zweitheilung, bei welcher die für die Constitution der Körpertheile nothwendigen Salze als festgehalten betrachtet werden müssen, nach dem Bedürfnisse einer Salzzufuhr, beziehungsweise nach der Menge der Nährsalze, d. h. jener Salze, deren Zufuhr zur Erhaltung des jeweiligen Organbestandes gerade erforderlich ist, so liegt es am nächsten anzunehmen, dass dieselben in dem Verhältnisse stets wieder eingeführt werden müssen, in welchem sie durch Zerstörung der Körpertheile beim Stoffumsatze frei geworden sind. Die Grösse der Nährsalzzufuhr liesse sich hienach annähernd aus der geringsten Menge der zur Erhaltung nothwendigen Eiweissstoffe, also einer bekannten Grösse, berechnen, da die zerfallende Körpersubstanz stets eine nahezu gleiche Menge von Eiweiss enthält.

Allein man kann zu einem andern Gedanken ebenfalls gelangen. Die Salze erleiden nämlich im thierischen Körper wohl die mannigfachsten Umsetzungen, wie schon aus dem verschiedenen Salzgehalte der einzelnen Organe, dem Vorherrschen der Kalisalze in

den festen Gebilden gegenüber den Natronsalzen in den Säften, dem Auftreten charakteristischer Salzverbindungen im Magen- und Pankreas-Safte und in der Galle etc., trotz der gleichen Bezugsquelle, dem Blute, hervorgeht. Aber sie werden im Körper nicht in solcher Weise verändert, dass sie, wie die Zersetzungsprodukte der verbrennlichen Stoffe, als unbrauchbar, ja schädlich ausgeschieden werden müssten.

Werden nämlich die verbrennlichen Nahrungsstoffe ohne die Salze in das Blut und die Säfte eingeführt, so können dieselben hier, wie man sich vorstellen kann, sich mit den von mir sogenannten freien Salzen, die von den zersetzten verbrennlichen Stoffen stammen, verbinden und in solcher Weise diese zu wiederholter Verwendung bringen. Sonach könnte selbst die Möglichkeit bestehen, dass der im Stoff-Gleichgewichte befindliche Organismus bei völligem Salzhunger sich wohl erhalten könnte, insoferne nämlich bei geeigneter Zufuhr der verbrennlichen Nahrungsstoffe, entsprechend der Aufhebung der Salzaufnahme, auch keine Ausscheidung derselben stattfinden könnte.

Für den erwachsenen Organismus wäre demnach eine dauernde Zufuhr der Salze nicht ein unumgängliches Bedürfniss. Bei den von mir unternommenen Versuchen musste daher die Lösung dieser Frage zuerst angestrebt werden.

Sollte es sich jedoch herausstellen, dass der Thierkörper ohne Zufuhr der Nährsalze zu Grunde geht, so war zu untersuchen, ob dies dadurch geschieht, dass entweder Veränderungen in den Zersetzungsvorgängen, oder Störungen in den Funktionen der ohne Salze ernährten Organe auftreten. Mit der Erledigung dieser Fragen gelangte ich sodann zu der Forschung nach der Ursache der aufgetretenen Erscheinungen, die in dem Verhalten der Körpersalze und der Ausscheidungsweise derselben beim Salzhunger gesucht werden musste. Schliesslich wären noch einige Anhaltspunkte zu erwarten, nach welchen die Grösse der Nährsalzzufuhr beurtheilt werden könnte.

In alle diese Verhältnisse konnte nur Licht gebracht werden durch die Controle des Stoffumsatzes und zwar vor Allem des Eiweissumsatzes, d. h. durch die Controle der Stickstoff-Einnahme und

Ausgabe, sowie durch die Verfolgung eines oder mehrerer Aschebestandtheile in der Nahrung und den Exkreten.

Für die zu unternehmenden Versuche ergaben sich als Vorbedingungen: Die richtige Wahl der Versuchsthiere und die Beschaffung einer Nahrung, welche möglichst von Salzen befreit, doch die zur Erhaltung des Eiweissstandes im Körper erforderlichen verbrennlichen Nährstoffe besass.

Als Versuchsobjekte nahm ich völlig ausgewachsene Thiere, und zwar

1) Tauben, welche leicht künstlich gefüttert werden konnten[1], wenn sie die Nahrung verweigerten.

2) Grosse Hunde, da diese einmal die einfachste Nahrungsmischung geniessen, und sodann bekanntlich die passendsten Objekte für die Prüfung des Stoffumsatzes und demnach der Salzausscheidung sind.

Als Nahrung musste, ausser den Aschebestandtheilen, dienen: Eiweiss, Fett und Stärkemehl, und Wasser in geeigneter Menge und Mischung.

1) Eiweiss.

a) Fleischrückstände. Dies sind die ausgepressten Fleischalbuminate, welche bei der Gewinnung des Fleischextraktes erhalten werden. Diese Rückstände sind jedoch bekanntlich nicht völlig salzfrei. Um sie nun möglichst salzarm zu machen, wurden die Fleischrückstände, welche Prof. Voit aus der hiesigen Hofapotheke in grösserer Menge bezogen hatte, von mir noch dreimal mit destillirtem Wasser ausgekocht und gepresst. Durch diese Behandlung erhielt ich ein grobkrümeliges Fleischpulver, dessen Stickstoffgehalt 14.445 Procent der trocknen Substanz beträgt; doch war es nicht möglich, demselben alle Salze zu entziehen. Nach übereinstimmenden Analysen[2]) erhielt ich folgende Mengen der Aschebestandtheile

---

1) Prof. Voit hatte enthirnte Tauben, die freiwillig nicht frassen, bis zu der Dauer eines Jahres künstlich gefüttert.

2) Zu den Analysen verwendete ich nachstehende Quantitäten der Trocken-Substanz: 98.3 Grm.; 9.85 Grm.; 8.80 Grm.; 4.99 Grm.; 5.08 Grm.; 4.25 Grm.; zur Alkalibestimmung: 7.46 und 4.45 Grm. trocken.

(ohne Berücksichtigung der Schwefelsäure) in 100 Grm. Trockensubstanz:

Phosphorsäureanhydrid . . .	0.548	Grm.
Kalk (Calciumoxyd)	0.078	„
Eisen	0.023	„
Kalium	0.151	„
	0.800	Grm.

Magnesia und Chlor waren in 100 Grm. Substanz nur in unwägbaren Spuren zu finden.

b) Casein. Ich benützte das aus der Buttermilch gefällte, käufliche Casein. Um es möglichst salzfrei zu machen, suchte ich dasselbe in laufendem Brunnenwasser auszuschwemmen. Hier quoll dasselbe jedoch bald so auf, dass das Wasser dasselbe bei dem mir zu Gebote stehenden Drucke nicht mehr zu durchdringen vermochte.

In derselben Absicht in einer 0.08 procentigen Lösung von Chlorwasserstoffsäure aufgeschwemmt, verwandelte es sich alsbald in eine Gallerte, die für meine Zwecke unbrauchbar war.

Nach diesen misslungenen Unternehmungen kochte ich schliesslich das frische Casein in destillirtem Wasser. Hiebei zertheilte es sich in ein feinkrümeliges Pulver, das sich beim Erkalten zu einer kleberartigen Masse zusammenballte, von welcher das Wasser leicht abgegossen werden konnte. Diese Procedur wurde mehrmals wiederholt.

2) Stärkemehl.

Kartoffelstärke wurde in einer Salzsäurelösung von 0.08 Proc. Gehalt aufgeschwemmt und dekantirt. Nachdem dies mehrere Male geschehen, wurde sie auf grosse Papierfilter gebracht und mit destillirtem Wasser so lange ausgewaschen, bis in dem Filtrate durch Silberlösung kein Niederschlag mehr gebildet wurde.

Ein Gemenge von 1 Casein und 7 Stärke, wie ich es in einem Taubenversuche verwendete, gab für 100 Grm. trocken 0.279 Grm. Phosphorsäure.

3) Fett.

Als solches wurde reines, aus bester Butter bereitetes Schmalz verbraucht.

4) Wasser.

Das benützte Wasser, das den Thieren stets in ausreichender Quantität gegeben wurde, war destillirtes Wasser.

Ich bemerke nun noch, dass die Thiere in völlig reinen und abgeschlossenen Käfigen gehalten wurden, in welchen sie Nichts von fremder Hand empfangen konnten. Ein Harnauflecken, das allenfalls zu befürchten stand, zu dem die Thiere jedoch nie eine Neigung zeigten, war ihnen unmöglich gemacht; bei den Hunden natürlich dadurch, dass der Harn immer in ein untergehaltenes Gefäss gelassen wurde. Dass überhaupt alle äusseren Bedingungen eines Ernährungsversuches, nach Voit's bekannten Vorschriften, erfüllt wurden, brauche ich wohl kaum zu erwähnen.

Ich gehe nunmehr zur Beschreibung meiner Versuche, die ich insgesammt im Laufe des Jahres 1869 angestellt habe.

Am 10. Mai brachte ich zwei verschiedenfarbige Tauben, die ich mit I und II bezeichne, in ein geräumiges Käfig, in welchem sie ein Gemenge von Casein und Stärke und Wasser vorgesetzt erhielten.

Das Futtergemenge war folgendermaassen bereitet: Auf 1 Theil Casein wurden 6 Theile Stärkemehl abgewogen; von letzterem wurde ein Theil mit destillirtem Wasser zu einem Kleister gekocht und in diesen die übrige Stärke und die entsprechende Caseinmenge eingetragen. So erhielt ich einen formbaren Teig, den ich in lange, runde Streifen auswalzte und sodann in kleinere Nüdelchen zerschnitt. Diese trocknete ich nun im Trockenschrank, und konnte sie hierauf im Messingmörser leicht zu einer gleichmässigen Masse von Körnern, etwa in der Grösse von Getreidekörnern, zerstossen.

Anfangs zehrten die beiden Tauben die täglich gereichte Portion regelmässig bis auf einen geringen Antheil auf; nach 11 Tagen jedoch begannen sie das Futter im Käfige umherzustreuen und vom 20. Tage an schienen sie völlig zu hungern.

Schon früh hatte die Lebendigkeit der Versuchsthiere sehr abgenommen; sie sassen meist stumpf und theilnahmlos auf einem der quer durch das Käfig gezogenen Stäbe oder auf dem Boden des Käfiges, ohne sich viel zu bewegen. Dieser Zustand der Stumpfheit steigerte sich immerfort bis zum Abende des 24. Versuchstages. An diesem stürzte Taube Nro. I plötzlich von ihrem Sitze auf dem

Querstabe auf den Boden des Käfiges herab und wurde hier von Krämpfen befallen, die sich namentlich in heftigem Opisthotonus und in meist rechtsläufigen Kreisbewegungen äusserten.

Taube II. zeigte um diese Zeit grosse Schwäche, ohne jedoch bis jetzt von ähnlichen Anfällen zu leiden.

Da die Tauben nun nicht mehr frassen und ihr Körpergewicht beständig abnahm, so beschloss ich sie zwangsweise zu füttern. Dies geschah vom 25. Tage an. Auf diese neue Nahrungsaufnahme hin wurden die Anfälle der ersten Taube seltener, bei beiden Thieren blieb jedoch die grösste Schwäche und Stumpfheit sichtbar.

Am 26. Tage verendete Taube I., nachdem wiederholte Krampfanfälle eingetreten waren.

Taube II, deren Körpergewicht nun zunahm, fand ich am 28. Tage matt am Boden liegend. Bald nach der Fütterung wurde sie sodann in längern Intervallen von gleichen Krämpfen befallen, wie früher Taube I. So lebte das Thier, dem täglich noch etwas Nahrung und Wasser eingegeben wurde, bis 9. Juni, also dem 31. Versuchstage.

Während des Versuches hatte ich folgende Zahlen für das Körpergewicht der Tauben erhalten:

Versuchstag	Taube I.	Taube II.
11.	297 Grm.	318 Grm.
20.	256 "	274 "
24.	222 "	252 "
27.	— "	266 "
28.	— . "	286 "

Beide Tauben waren sehr abgemagert; Mesenterium, das die Nieren umhüllende Gewebe und die Muskeln zeigten fast kein Fett.

Bei Taube II. war Oesophagus und Kropf mit saurem Speisebrei gefüllt, Magen und Darm fast leer. Der Mageninhalt reagirte sauer, der Inhalt des Darmes neutral. In der Kloake befand sich etwas Koth.

Ich bemerke hier noch, dass die Ausscheidungen durch Darm und Nieren keine Besonderheiten aufwiesen. Der Koth war von

weicher Consistenz und grauer Farbe, untermischt mit weissen, von Harnsäure stammenden Stellen. Unverändërte Stärkekörner konnten mikroskopisch in keiner der Kothsorten gefunden werden. Die Menge des Kothes konnte nicht bestimmt werden, da derselbe von den durch die Thiere umhergestreuten Futtertheilen nicht genügend abzutrennen war.

Ich enthalte mich, näher auf die erwähnten Erscheinungen einzugehen, sondern will dieselben gemeinsam mit den Resultaten betrachten, welche der Versuch am Hunde ergab.

Zu diesem wurde ein Thier verwendet, das gewohnt war, Harn und Koth in ein untergehaltenes Gefäss zu entleeren.

Das Körpergewicht des Thieres betrug zu Anfang des Versuches 26.77 Kilogramm. Nach allen Erfahrungen ist man im Stande, ein solches Thier etwa mit 600—700 Grm. frischem Fleisch und 150 Grm. Fett auf seinem Körperbestande zu erhalten. Dem entsprechend sollten in runder Zahl 170 Grm. der Fleischrückstände (= 161 Grm. trocken), mit 150 Grm. Fett gemischt, die Nahrung bilden.

Der Versuch begann am 2. Mai, nachdem der Hund am vorhergehenden Abende Knochen zur Abgränzung des Kothes verzehrt hatte. (Siehe Tabelle I. am Schlusse der Abhandlung.)

Die Beibringung der Nahrung bereitete grosse Schwierigkeiten, und hier war es schon am dritten Tage namentlich die grosse Menge des Fettes, welche der Hund in der ungünstigen Form des Schmalzes zu fressen verweigerte. Ich versuchte daher, einen Theil des Fettes durch salzfreien Zucker oder Stärkemehl zu ersetzen. Allein wenn auch in den ersten 8 Tagen die bestimmte Menge der Fleischrückstände aufgezehrt wurde, so gelang es nur am 1. und 2., sowie am 8. Tage, die nöthige Summe stickstofffreier Nahrungsstoffe dem Thiere beizubringen; an den anderen Tagen schwankte die Menge des verzehrten Fettes, Zuckers und Stärkemehls von 40—100 Grm. täglich. Vom 9. — 18. Tage nahm der Hund nur äusserst wenig Nahrung auf. Ich sah mich daher nach mehreren vergeblichen Versuchen, das Fressen durch einen Zusatz von organischen Säuren für das Thier schmackhafter zu machen, genöthigt, das mit einer etwas geringern Menge Fettes gemischte, in destillirtem Wasser er-

weichte Fleischpulver mit einem Löffel dem Hunde zwangsweise einzugeben, bei welcher Procedur natürlich die tägliche Nahrungsaufnahme, je nach dem grössern oder geringern Widerstande des Thieres, einige Schwankungen erleiden musste; es musste die Zufuhr einmal sogar ganz unterbrochen werden.

Am 32. Versuchstage, nachdem dem Thiere die tägliche Ration bereits seit mehreren Tagen nicht mehr auf einmal, sondern in kleinen Portionen mehrmals des Tages gegeben worden, erbrach es von den eingegebenen 90 Grm. Fleischpulver und 80 Grm. Fett das halbe Gewicht, so dass der Rest der Ration erst den folgenden Tag gereicht werden konnte. Das am 34. Tage Verzehrte wurde am nächsten Tage früh 6 Uhr fast gänzlich unverändert erbrochen. Dasselbe geschah mit einer an diesem Tage in kleineren Dosen allmählig eingeführten Mischung.

Da die gereichte Nahrung nunmehr auch bei längerm Verweilen im Magen keine Aenderung daselbst erfuhr, und somit zu erwarten stand, dass bei Fortsetzung dieser Fütterungsart das Thier zu Grunde gehen musste, so fügte ich am 36. Tage dem gleichen Nahrungsgemenge 5 Grm. Chlornatrium zu, da ich ursprünglich beabsichtigt hatte, an den Salzhunger eine Reihe anzuschliessen, in welcher der gegenwärtigen Nahrung erst Kochsalz und sodann Fleischextrakt beizusetzen wäre. Doch auch diese Ration, die ich ebenfalls zwangsweise gab, wurde erbrochen, so dass ich bereits den folgenden Tag den Fleischrückständen 12 Grm. Fleischextrakt beimischte, eine Mischung, die jedoch auch nicht freiwillig gefressen wurde. Ausserdem wurden 12 Grm. Fleischextrakt in Wasser gelöst gegeben. Doch am 3. Tage dieser Fütterung erbrach der Hund das gereichte Fressen unverändert wieder, so dass der Versuch nunmehr als beendet erachtet werden musste.

Im Verhalten des Hundes während des Versuches traten bemerkenswerthe Erscheinungen auf. Bereits in der ersten Hälfte des Versuches zeigte sich der Hund wie ermüdet, ein Zustand, der sich durch theilnahmloses Liegen in der Ecke und namentlich durch eine Schwäche der hintern Extremitäten zu erkennen gab, und sich mit der Dauer des Versuches fortwährend steigerte.

Die Bewegungen des Hundes wurden während der zwangsweisen Fütterung nicht lebhafter als während der Hungerperiode; der Zustand der allgemeinen Ermattung nahm auch jetzt täglich mehr und mehr zu.

Da die Tagesrationen der spätern Zeit des Versuches in kleinern Portionen und Zeitabschnitten gegeben wurden, so befand sich der Hund den Tag über in meinem Arbeitszimmer angekettet und wurde erst des Abends in das Käfig gebracht. Als ich nun am 25. Tage, nachdem der Hund einige Stunden allein dortselbst eingeschlossen war, in das Zimmer trat, stürzte derselbe mit lautem Bellen gegen mich zu, soweit die angehängte Kette ihm dies gestattete, verkroch sich aber, als er meine Stimme vernahm, sofort zitternd und knurrend in die Ecke. Als er sodann aus dieser vorgezogen und ins Freie gebracht wurde, damit er Harn entleere, lief er anfänglich gerade aus, so dass er mit dem Kopfe an eine entgegenstehende Mauer anstiess, dann bewegte er sich mit grosser Unruhe und Unsicherheit, jedoch geradlinig weiter. Die Schwäche der hintern Extremitäten war jetzt so hochgradig, dass er beim Passiren einer kleinen Treppe diese hinabglitt und in das auf einem etwa 1 Meter hohen Tische aufgestellte Käfig nicht mehr springen konnte, sondern mit Mühe in dasselbe gehoben werden musste. Die Bewegungen der vordern Extremitäten waren nun ebenfalls schwer und schleppend.

Zu diesem Zustande gesellte sich im weitern Verlaufe anhaltendes Muskelzittern und eine grosse Erregbarkeit, indem der Hund bei jedem fremden Geräusche und Rufe, selbst schon bei Bewegungen gegen denselben, zuckend zusammenfuhr. Er lag ausserdem völlig stumpf und theilnahmlos da; das Schleppende, Tappende des Ganges und die Muskelschwäche stieg von Tag zu Tage und war am 32. Tage so, dass der Hund behufs der Harngewinnung an der Leine gezogen und eine kleine Treppe in den Hofraum hinab fast gehoben werden musste.

Wie oben erwähnt, war jetzt auch der Zeitpunkt eingetreten, an welchem die eingeführten Nahrungsbestandtheile im Magen kaum eine Veränderung mehr erfuhren. Seit einigen Tagen schon hatte

der Hund, im Anschlusse an die Fütterung, Würg- und Brechbewegungen hervorgebracht, welche auf eine gestörte Verdauungsthätigkeit schliessen lassen konnten. Am 32. Tage des Versuches erbrach der Hund wirklich das Verzehrte, das nun schwach sauer reagirte, jedoch nicht einen Geruch nach Mageninhalt, sondern nach den unveränderten Rückständen hatte. Am 35. Tage Morgens war die ganze Quantität des am vorhergehenden Tage gereichten Fressens erbrochen. Dasselbe reagirte sauer, hatte aber ebenfalls, obwohl es mindestens 12 Stunden im Magen des Hundes sich befunden, nur den Geruch wie die aufgeweichten Fleischrückstände. Die schwach sauere Reaktion gehörte nicht nothwendigerweise etwa Veränderungen an, die das Gemenge durch eine Zumischung im Magen erlitten hatte; denn die gekochten Rückstände reagirten nach 12stündigem Stehen im Brutofen bei Körperwärme, wie vorher, ebenfalls sauer.

Bemerkenswerth ist jedoch, dass in dem Gesammt-Erbrochenen 1.6 Grm. Chlor enthalten war, während in der eingeführten Nahrung sich kein Chlor befand; eine qualitative Analyse hatte auch in dem Erbrochenen des 32. Tages grössere Mengen von Chlor nachgewiesen. Die am 36. Tage auch anscheinend unverändert erbrochene Masse enthielt nur 1.4 Grm. Chlor, obwohl an diesem Tage der Nahrung 5 Grm. Kochsalz beigefügt worden waren.

Eine Veränderung oder Besserung des körperlichen Zustandes trat nicht ein, als dem Nahrungsgemenge Kochsalz oder Fleischextrakt zugesetzt wurde. Auch die mit Fleischextrakt gemischten Fleischrückstände wurden unverändert erbrochen; 200 Grm., die auf solche Weise am 39. Tage entleert wurden, enthielten 0.8 Grm. Chlor.

Der Versuch musste, da einerseits der Verfall des Hundes sich in hochgradiger Weise steigerte, und das Körpergewicht, s. Tabelle I, nun rasch abfiel, andererseits an eine Aufnahme der Nahrung in der bisher gebrauchten Form in genügender Menge nicht mehr zu denken war, beendet werden. Somit wurde dem Thiere gemischtes Fressen vorgesetzt, wovon es anfänglich Weniges verzehrte, bald aber dasselbe ganz zurückwies. Der Verfall und namentlich die Schwäche der Extremitäten hatten hiebei so zugenommen, dass der Hund sich kaum mehr zu erheben vermochte. Aehnliche

lähmungsartige Erscheinungen waren auch an den Nacken- und Kaumuskeln sehr auffallend geworden.

Ich reichte nun dem Hunde fein gehacktes, rohes Fleisch, von dem er anfangs nur wenig, in kurzer Zeit jedoch 1/2 Pfund im Tage verzehrte.

Während dieser Periode war ein Auffangen des Harnes nicht mehr möglich.

Von dem weiteren Verhalten des Hundes erwähne ich noch folgendes: Vom 18. Juni an, also 9 Tage nach dem Abschlusse des Versuches, erhielt er neben rohem Fleische wieder gemischtes Fressen, das er jetzt begierig verzehrte; seit dieser Zeit bewies er überhaupt eine erstaunliche Gefrässigkeit. Die Schwäche und das Zittern der Muskeln, namentlich der tappende Gang verloren sich aber nur allmälig, so dass nach Verlauf eines vollen Monates Spuren davon noch bemerkbar waren.

Erscheinungen von Skorbut, wie Blutaustritte in das Gewebe etc., oder von Knochenerkrankungen konnten nicht wahrgenommen werden.

Da es mir bei den bisherigen Versuchen nicht gelungen war, den Thieren ununterbrochen die genügende Menge verbrennlicher Nahrungsstoffe beizubringen, also einen temporären Hunger auszuschliessen, so wiederholte ich dieselben an einer Taube und einem zweiten Hunde.

Die Taube wurde diesmal mit einem Gemenge von 1 Theil Casein und 7 Theilen Stärke nebst etwas Fett gefüttert; der Versuch begann den 18. Juli 1869 und endete am 31. Juli mit dem Tode des Thieres. Am 2. Tage entleerte die Taube einen Theil des Gefütterten aus dem Kropfe, was ich dem Umstande zuschrieb, dass durch das beigemischte Fett, das die eingegebenen Körner umhüllte, der Einwirkung der Säfte im Kropfe ein Hinderniss gesetzt wurde. Als ich den Fettzusatz unterliess, bemerkte ich nun längere Zeit hindurch keine Störungen in der Verdauungsthätigkeit, obwohl das Futter stets in grösserer Menge gegeben wurde. Erst am 12. Tage wiederholte sich das Erbrechen kurz nach der Zwangseinfuhr, unterblieb aber, als ich jetzt die Fütterung nicht wie bisher zweimal des Tages, sondern in kleinern Pausen und Portionen vornahm.

Ich bemerke noch, dass die Taube stets genügend Wasser erhielt.

Nach Verlauf von 8 Tagen hatten sich ähnliche Erscheinungen der Schwäche und Stumpfheit gezeigt, wie ich sie oben beschrieben. Am 13. Tage traten Krämpfe und in Folge dieser eine Verhinderung der weitern Nahrungszufuhr ein, welche das bisher fast constant gebliebene Körpergewicht rasch abfallen machte.

Für dieses hatte ich während des Versuches folgende Zahlen erhalten:

1. Tag	321.5 Grm.	
4. „	312.0 „	
10. „	309.5 „	
13. „	265.5 „	
14. „	245.5 „	(Gewicht nach dem Tode).

Am 31. Juli früh 9 Uhr, also gerade nach 13tägiger Versuchsdauer, verendete die Taube nach wiederholten, heftigen Krampfanfällen. Das Thier zeigte sich wohlgenährt und mit gesunden Organen ausgestattet. Ich hatte daran gedacht, dass bei der Zwangsfütterung vielleicht Fremdkörper in die Lunge gedrungen wären und so zu den erwähnten Erscheinungen Veranlassung gegeben hätten. Die Lungen zeigten jedoch, wie die anderen Organe, nicht die Spur einer pathologischen Veränderung.

Den Versuch am Hunde wiederholte ich in doppelter Absicht. Einmal sollte das Thier, unter Benützung der beim ersten Versuche gemachten Erfahrungen, mittelst zwangsweiser Fütterung möglichst auf dem Stickstoffgleichgewichte erhalten werden. Dann aber beabsichtigte ich, die Veränderungen des Salzgehaltes der Organe und Säfte unter dem Einflusse des Salzhungers durch die Analyse derselben zu constatiren. Um hiezu diese in entsprechender Menge zu erhalten, musste ich ein grosses Thier wählen, welches bisher noch nicht zu Versuchen gedient hatte. Dieser Umstand war Veranlassung zu zwei Uebelständen.

Erstens machte es, namentlich im Anfange der Fütterungsreihe, einige Schwierigkeiten, den Hund zur völligen Entleerung der Blase am Ende eines jeden Versuchstages zu bringen.

Zweitens bedurfte das Thier einer grossen Menge von Nahr-

ungsmischung [1]. Das gereichte Fett nun verlangsamte, sich als eine umhüllende Schichte um das Fleischpulver legend, die Speiseveränderung im Magen und führte so den Hund zu dem Versuche, durch willkührlich eingeleitete Brechbewegungen sich des Mageninhaltes zu entleeren. Zur Verhinderung dessen musste dieser stets mehrere Stunden nach der Nahrungseinnahme beobachtet, oder das Fressen ihm in kleinen Portionen, mehrere Male des Tages, gegeben werden. Ich suchte mir ferner dadurch zu helfen, dass ich einen Theil des Fettes durch salzfreie Stärke ersetzte. Der vorhandene Vorrath der letztern reichte jedoch nur für drei Tage aus, so dass ich bald wieder zum Fettzusatze allein greifen musste. Als aber am 10. Tage der Hund wirklich erbrach, verringerte ich die Fettmenge, bis wiederum eine genügende Quantität der mit Salzsäure geschlemmten Stärke bereitet war.

Dass übrigens in der That die Eigenschaft des Fettes, das Fleischpulver zu umhüllen, die erwähnten willkürlichen Brechbewegungen hervorrief, geht aus dem Umstande hervor, dass bei einer Verminderung der Fettmenge trotz der gleichen Menge des Fleischpulvers keine Brechbewegungen vom Hunde gemacht wurden.

Bei dem theilweisen Ersatze des Fettes durch Stärke im Verlaufe des Versuches war natürlich, abgesehen von der zwar unerheblichen Verminderung der Kohlenstoffzufuhr, die Menge der resorbirten Theile verringert, dagegen die Kothmenge etwas erhöht.

Alle diese Verhältnisse wirkten dahin zusammen, dass ein vollkommenes Stickstoffgleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben der einzelnen Tage nicht herzustellen war, daher also namentlich die Schwankungen in der ausgeschiedenen Stickstoffmenge zu Anfang des Versuches ihre Erklärung finden. Doch sind

---

1) Der Hund, etwa 30 Kilogramm schwer, schied bei gemischter Nahrung 31.6 Grm. Stickstoff in einem Tage aus. Es konnte derselbe demnach mit etwa 200 Grm. Fleischrückständen und 200 Grm. Fett auf das Stickstoffgleichgewicht gebracht und auf demselben erhalten werden. In der unten angefügten Tabelle VI ist die Menge der bei 100° trockenen Fleischrückstände, die an den einzelnen Tagen gefüttert wurden, angegeben.

die erhaltenen Zahlenreihen völlig genügend, die von mir aus dem ersten Versuche gezogenen Schlüsse zu bestätigen.

Trotz der nur an wenigen Tagen unterbrochenen Nahrungszufuhr begann das Thier alsbald zu verfallen. Nach Verlauf von 14 Versuchstagen schon lag dasselbe stets stumpf und theilnahmlos da, unter denselben Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung, wie ich sie beim ersten Versuchshunde beobachtet hatte; der Gang des Thieres wurde schwer und tappend, Muskelzittern und grosse Erregbarkeit trat auf. Die Erscheinungen steigerten sich von Tag zu Tag und waren bis zum 24. Versuchstage ebenso hochgradig geworden, wie am Schlusse des ersten Versuches. Um diese Zeit zeigten sich auch erheblichere Störungen in der Verdauungsthätigkeit. Die Speisen wurden im Magen erst nach längerer Zeit verändert und endlich sogar erbrochen. Es wurde nun auch öfters Koth entleert, der jetzt eine weiche, fast diarrhoische Beschaffenheit annahm. An eine Fortsetzung des Versuches durfte somit nicht gedacht werden, und wurde demnach das Thier durch Oeffnung der arteria femoralis getödtet, und Organe und Säfte zur Analyse gesammelt und aufbewahrt.

In den am Schlusse angefügten Tabellen I—X gebe ich die Menge und den Gehalt der eingeführten Nahrung für die Versuche an den beiden Hunden, sowie die Analysen der Ausscheidungen für jeden Tag, nebst den Veränderungen, welche das Körpergewicht der Versuchsthiere eingegangen. In der nachfolgenden Besprechung werde ich mich einfach auf diese Tabellen beziehen.

Somit gelange ich nun zur Beantwortung der mir vorgelegten Fragen, und ich versuche, diese in der Reihenfolge zu geben, wie ich sie oben anführte. Als erste Frage habe ich sonach die folgende aufzustellen:

Kann der im Uebrigen im Stoffgleichgewichte stehende thierische Organismus ohne Zufuhr der Aschebestandtheile bestehen?

In den von mir ausgeführten Versuchen gingen Tauben, die mit salzarmer Nahrung gefüttert worden waren, in 13, 25 und 29 Tagen zu Grunde; ein Hund befand sich, ebenso gefüttert, nach

36 Tagen so elend, dass er bei Fortsetzung des Versuches wohl in kurzer Frist umgekommen wäre, während der zweite Versuchshund schon nach 26 Tagen dem Verenden nahe war.

Es frägt sich nun, in wie weit der Untergang der Versuchsthiere auf Rechnung des Salzhungers zu setzen ist. Zeigt sich, dass die Thiere Eiweiss, Fette oder Kohlehydrate und Wasser in genügender Menge erhalten hatten, so muss die Ursache des Verfalls in dem Mangel der Salze in der Nahrung gesucht werden.

Bei den Tauben hatte, wie wir gesehen, eine Nahrungsaufnahme in ausreichendem Maasse nur in den ersten 11 Tagen stattgefunden; dann folgte eine Periode eines theilweisen und dann gänzlichen Hungers. In den letzten Tagen jedoch erfolgte wieder eine Aufnahme von verbrennlichen Nahrungsstoffen und wie man aus der Gewichtszunahme schliessen möchte, vielleicht sogar ein Ansatz von Substanz. Dennoch trat bald der Tod ein, der sich demnach kaum anders als durch den Mangel der Aschebestandtheile in der Nahrung verursacht denken lässt. Immerhin ist aber dieser Versuch nicht entscheidend; denn da die Sektion der Tauben eine grosse Abmagerung erwies, so kann man auch annehmen, dass entweder der Gesammthunger zum Tode geführt hatte, oder dass die Menge des Eiweisses im Verhältnisse zu den Kohlehydraten in der resorbirten Nahrung zu gross gewesen, und der Körper, nachdem er durch mehrtägigen Hunger fleisch- und fettarm geworden war, unter dem Einflusse der ungenügenden Zufuhr von stickstofffreien Stoffen fortwährend an Fleisch verlor und zu Grunde gehen musste.

Der in 13 Tagen erfolgte Tod der 3. Taube dagegen, welcher beständig Nahrung zugeführt wurde, lässt sich wohl nur als eine Folge des Salzhungers betrachten. Ich hatte in diesem Versuche das Verhältniss des Eiweisses zu den Kohlehydraten zu Gunsten der letzern geändert, die Verdauung erschien bis zu den letzten Versuchstagen als regelmässig von Statten gehend, und wirklicher Hunger trat erst am 12. und 13. Tage ein, an welchen auch das Körpergewicht erheblich sank. Die Sektion zeigte hier ein gesundes und wohlgenährtes Thier, während schon aus den vorausgehenden Versuchen die Erfahrung feststand, dass die Tauben wirklichen Hunger jedenfalls eine längere Zeit hindurch erdulden können.

Da hienach weder Hunger, noch eine ungünstige Mischung der verbrennlichen Nahrungsstoffe, noch auch der Mangel an Wasser oder etwa eine zufällige Krankheit den Tod des Thieres bewirkte, so muss dieser dem Mangel der Salze in der Nahrung zugeschrieben werden.

Endgültig jedoch konnte die Frage erst dann entschieden werden, wenn die Zersetzungsvorgänge im Körper während des Salzhungers controlirt wurden.

Bekanntlich haben wir in der Controle der Eiweisszersetzung durch die Vergleichung des Stickstoffgehaltes der Einnahmen und Ausgaben ein Mittel, zu erkennen, ob die einzelnen verbrennlichen Nahrungsstoffe, stickstoffhaltige wie stickstofffreie, in ausreichendem Maasse dem Organismus zugeführt wurden. Es musste also Stickstoff-Einnahme und Ausscheidung geprüft werden, während die Bestimmung der Salze in den Ausscheidungen zeigte, ob und wie weit der Körper seinen Salzgehalt änderte und ob eine solche Aenderung als Ursache des Verfalles wirken konnte

Die Versuche an den Hunden, bei welchen ich die erforderlichen Bestimmungen ausführte, sind in dieser Beziehung maassgebend. Da jedoch in dem ersten Versuche das Thier theilweise keine Nahrung verzehrt hatte, so muss ich etwas näher auf den Eiweissumsatz während des Versuches eingehen, um zu erforschen, welchen Einfluss der Hungerzustand auf das Befinden des Thieres übte.

Berechne ich den Eiweissumsatz aus der Stickstoffaufnahme in den Fleischrückständen (Tabelle I) und der Stickstoffausscheidung durch Harn und Koth (Tabelle II und III) vom 3. — 31. Versuchstage incl. — der Harn des ersten Tages konnte nur theilweise, der des zweiten Tages gar nicht aufgefangen werden[1] —, also bis zu jener Zeit, in welcher das Erbrechen der eingegebenen Nahrung und somit Verlust vom Körper in Folge des Hungers begann, in welcher jedoch der Versuchshund schon seit längerer

1) Da an diesen beiden Tagen volle Zufuhr und auf das vorausgegangene gemischte Fressen mit aller Wahrscheinlichkeit Stickstoffansatz stattgefunden hatte, so würden sich durch Hinzufügung der Einnahmen und Ausgaben während derselben die nachfolgenden Zahlen noch erheblich günstiger gestalten.

Zeit die oben beschriebenen Erscheinungen des Verfalles zeigte, so erhalte ich folgende Zahlen:

Stickstoffeinnahme	Stickstoffausgabe	
	Harn	Koth
470.2 Grm.	473.7 Grm.	26.8 Grm.
	500.5 Grm.	

Der Verlust an Fleisch vom Körper beträgt also in 29 Tagen 891 Grm. (= 30.3 Grm. Stickstoff).

Füge ich hiezu die Stickstoffzahlen des 32.—35. Versuchstages, so erhalte ich für die ganze Salzhungerreihe, also in 33 Tagen:

Stickstoffeinnahme	Stickstoffausgabe durch Harn und Koth
520.7 Grm.	580.0 Grm.

Der Hund hatte somit während des Salzhungers von seinem Körper verloren:

1744 Grm. Fleisch = $^1/_{15}$ oder 6.6 % seines Körpergewichtes, eine Abgabe, die zum grössten Theile auf die letzten 4 Versuchstage, in denen die Zufuhr der verbrennlichen Nahrungsstoffe erheblich verringert war, zu rechnen ist.

Der Verlust von 1744 Grm. Fleisch ist derselbe, den E. Bischoff[1]) am Hunde nach 40tägiger Fütterung mit Brod und Brod und Fleischextrakt beobachtete, ohne dass krankhafte Erscheinungen oder ein Verfall des Thieres bis dahin bemerkt werden konnte. Wir wissen ferner aus Hungerversuchen, dass viel bedeutendere Schwankungen in dem Eiweissstande des Körpers eintreten können, während das Befinden des Thieres kaum Störungen erleidet.

Es muss daher hier die Ursache des Verfalles in dem Mangel der Aschebestandtheile in der Nahrung gesucht werden.

Betrachte ich demgemäss das Verhalten eines Mineralbestandtheiles, etwa der Phosphorsäure, in der Nahrung und den Ausscheidungen des Versuchshundes, so erhalte ich für die Dauer von 33 Tagen (3.—35. Versuchstag):

Phosphorsäure-Einnahme	20.4	Grm.
„ Ausgabe in Harn und Koth	44.4	„
Der Verlust an Phosphorsäure beträgt also	24.4	Grm.

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. V. S. 454 u. 456.

Der Hund enthält bei einem mittlern Körpergewicht von 24.17 Kilogramm 1860 Grm. Blut mit 2.4 Grm. Phosphorsäure[1]). Der Verlust ist demnach das Zehnfache der im Blute enthaltenen Phosphorsäure.

Der Salzverlust allein ist somit hinreichend, den Verfall des Hundes zu erklären.

Eine Bestätigung dessen bietet das Resultat des zweiten Versuches am Hunde. Hier ergeben sich in 24 Tagen, innerhalb welcher der Hund seinem Ende nahe gekommen, folgende Zahlen für Stickstoff und Phosphorsäure:

Stickstoff-Einnahme	576.7 Grm.
„ Ausgabe in Harn und Koth	606.5 „

Die Mehrausgabe ist hiernach nur 29.8 Grm. Stickstoff oder 876 Grm. Fleisch.

Phosphorsäure-Einnahme	21.9 Grm.
„ Ausgabe in Harn und Koth	51.7 „

Der Phosphorsäureverlust beträgt dagegen 29.8 Grm. oder ebenfalls etwa die 10fache Menge der im Blute des 30 Kilogramm schweren Hundes enthaltenen Phosphorsäure.

Entsprechend den Ergebnissen meiner Versuche muss nun die vorangestellte Frage in verneinendem Sinne beantwortet werden, und ich erhalte somit folgenden Satz: Der im Uebrigen im Stoffgleichgewichte sich befindende thiërische Organismus bedarf zu seiner Erhaltung der Zufuhr von gewissen Salzen; sinkt diese Zufuhr unter eine gewisse Grenze oder wird sie gänzlich aufgehoben, so gibt der Körper Salze ab und geht dadurch zu Grunde.

Welche Erscheinungen treten beim Salzhunger auf?

Nachdem ich gezeigt, dass Thiere bei Mangel der Salze in der Nahrung verfallen und zu Grunde gehen, wenn auch die übrigen Nahrungsstoffe genossen werden, betrachte ich, unter welchen Er-

---

1) Unter Zugrundelegung meiner unten angegebenen Analysen des Hunde-Blutes.

scheinungen dies geschieht. Ich untersuche einmal, ob die Zersetzungen im Thierkörper hiebei eine Aenderung erleiden, sodann ob und welche Störungen in den Funktionen verschiedener Organe eintreten.

Wir wissen, dass die Menge und Zusammensetzung der Nahrung auf die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper den grössten Einfluss übt. Es lässt sich daher sehr wohl vorstellen, dass eine Entziehung der Salze in der Nahrung, die ja den Tod nach sich zieht, in irgend einer Weise auf die Bedingungen des Umsatzes wirkt, so zwar, dass entweder, quantitativ, eine grössere oder geringere Menge der Körpersubstanz dem Zerfalle anheim fällt, oder dass, qualitativ, Zerfall und Verbrennung nicht bis zu den gewöhnlichen Endprodukten vorschreiten, also neue Zersetzungsprodukte in den Ausscheidungen auftreten, oder dass beide Vorgänge sich vereinen.

Man hat nun in der That, wie ich oben erwähnte, der Salzverarmung des Körpers die verschiedensten und widersprechendsten Wirkungen in dieser Hinsicht zugeschrieben. Ich habe indess gezeigt, wie unzulässig jene Angaben sind. Es ist daher nicht überflüssig, den Eiweissumsatz unter dem Einflusse des Salzhungers in meinen Versuchen zu verfolgen.

In dem ersten Versuche — vergl. die Stickstoffeinnahme (Tabelle I) und Ausgabe (Tabelle II und III) — setzte sich der Hund, der vor der Versuchsreihe mit gemischtem Fressen gefüttert worden war, im Verlaufe der ersten Tage mit dem aufgenommenen Eiweisse ins Gleichgewicht, welches bei der ungenügenden Fettzufuhr bereits am 4. Tage erreicht war. Mit einer Verminderung des Nahrungseiweisses am 5. Tage sank auch die Ausscheidung des Stickstoffes, am 6. Tage jedoch fand, unter der Einwirkung einer grössern Menge genossener Kohlehydrate, ein Ansatz von Fleisch statt. Als umgekehrt wieder die Fleischzufuhr die des Fettes überwog, stieg auch die Ausscheidung des Stickstoffes, und musste nun die Erreichung des Stickstoffgleichgewichtes in früherer Zeit erfolgen, da inzwischen der Körper an seinem ursprünglichen Fettgehalte — in Folge der eiweissreichen Nahrung — abgenommen hatte. Noch mehr nahm der Körper während der folgenden Hunger-

tage ab, in Folge dessen nun, wie bei Fütterung eines fettarmen Organismus mit reinem Fleische, bei Einfuhr von 133 Grm. Fleischrückständen ohne Fett am 11. Versuchstage der ausgeschiedene Stickstoff sofort die Menge des aufgenommenen erreichte.

Als vom 18. Tage an das Fressen zwangsweise gegeben wurde, erfolgte ein zweiter Ansatz von Fleisch. Da den Albuminaten jetzt eine entsprechende Menge Fettes beigefügt wurde, so erreichte der Ansatz in 5 Tagen den Stickstoffwerth von 938 Grm. Fleisch. Da die Fettzufuhr jedoch niemals eine Grösse erreichte, die einen grössern Fettansatz bewirken konnte, so musste stets in sehr kurzer Zeit mit den nachfolgenden Schwankungen in der Zufuhr das Gleichgewicht eintreten, und so sehen wir denn auch die Stickstoffzahlen im Harne immer annähernd der Stickstoffmenge in der Nahrung entsprechen.

Die Gestalt einer Linie, welche die Zahlen des ausgeschiedenen Stickstoffes graphisch darstellt, ist wie bei Ernährung mit allen erforderlichen Nahrungsstoffen auch bei Entziehung der Salze bis zum Ende des Versuches nur von der Zufuhr des Eiweisses, der Fette und Kohlehydrate und von dem durch diese beeinflussten Körperzustande abhängig.

Die Resultate des zweiten Versuches am Hunde stimmen damit vollkommen überein. Die Vergleichung der täglichen Einnahmen an stickstoffhaltigen und stickstofffreien verbrennlichen Nahrungsstoffen und den Stickstoffausgaben in Harn und Koth zeigen deutlich, dass auch hier die Entziehung der Salze keinen Einfluss auf den Eiweissumsatz übte. Wenn man von einzelnen Schwankungen absieht, zu deren Erklärung ich auf die vorhergehenden Betrachtungen verweise, sieht man, dass sich das Thier im Anfange des Versuches allmählig, unter geringem Ansatze von Stickstoff, ins Gleichgewicht mit der Aufnahme setzt, das bei der reichlichen Fettzufuhr nur langsam erreicht wird. Hierauf macht sich der Einfluss eines Hungertages und einer geringen Fettzufuhr geltend, indem der Körper nun Fleisch verliert. Mit der Vermehrung der stickstofffreien Nahrungsstoffe wird wieder Fleisch angesetzt, ebenso später, als auf einen Fleischverlust vom Körper am 21. Versuchstage wieder eine Vermehrung der Zufuhr folgte.

Das Verhältniss zwischen Einnahme und Ausgabe wird besonders ersichtlich, wenn ich, mit Abzug der beiden letzten Versuchstage, die fast als Hungertage zu betrachten sind, den Versuch in drei achttägige Perioden theile. Ich erhalte so folgende Tabelle:

	Einnahme				Stickstoff-Ausgabe		
	Fleisch	Fett	Stärke	Stickstoff	Harn	Koth	Summe
I.	1453	120.0	30.0	207.0	197.7	7.5	205.2
II.	1511	65.0	—	188.8	188.2	13.0	201.2
III.	1249	68.9	62.3	180.4	182.1	16.0	198.1

Stickstoff-Differenz:

I. + 1.8
II. — 13.9
III. — 17.7

Wir sehen auch hier auf das deutlichste, dass die Entziehung der Salze in der Nahrung auf den Eiweissumsatz von keiner Wirkung ist, sondern dass dieser auch hiebei hauptsächlich nur von der Menge und Art der Zufuhr der verbrennlichen Nahrungsstoffe abhängt.

Mit Rücksicht auf die eben geschilderten Verhältnisse lässt sich von vorneherein kaum denken, dass die Stoffvorgänge im Thierkörper beim Salzhunger eine qualitative Aenderung erleiden; dennoch will ich eine Zusammenstellung der hieher bezüglichen Beobachtungen nicht unterlassen.

Die Controle der Ausscheidungsprodukte dient auch hier zur Entscheidung. Abgesehen vom Salzgehalte sind die festen wie flüssigen Ausscheidungsprodukte bei Salzhunger dieselben wie bei normaler Ernährung. Ich bestimmte zwar den Harnstoff nicht in anderer Weise als durch das Liebig'sche Titrirverfahren. Die Uebereinstimmung jedoch der durch das letztere erhaltenen Resultate mit der Menge Stickstoff im Harne, die nach der von Schneider-Seegen modificirten Voit'schen Methode erhalten wurde, gestattet den bestimmten Schluss, dass auch bei meinen Versuchen am Hunde der weitaus grösste Theil des auszuscheidenden Stickstoffes als Harn-

stoff den Körper verlässt. Die wiederholte Bestimmung der Kynurensäure, die 1.5 Grm. im Tag nie überschritt[1]), bestätigt diess. Andere stickstoffhaltige Körper, wie Leucin oder Tyrosin, wurden als Ausscheidungsprodukte nicht gefunden. Weder Zucker noch Eiweiss trat je im Harne auf, und bestätigt letzteres somit die oben ausgesprochene Vermuthung, dass das Erscheinen von Eiweiss im Harne bei Wundt's Kochsalzhunger ein zufälliges Ereigniss, das mit letzterem nicht im Zusammenhange stand, war.

Wenn nun die beobachtete Salzverarmung keinerlei Wirkung auf den Stoffumsatz übt, so muss diese, da doch der Untergang der Versuchsthiere eintrat, Störungen in den Funktionen eines oder aller Organe hervorgebracht haben, welche jenen bedingen.

Hiebei kommen zunächst die Vorgänge im Verdauungsapparate in Betracht. Man hatte bekanntlich aus verschiedenen Beobachtungen gefolgert, dass die Albuminate ohne die gleichzeitige Zufuhr von Salzen nicht zur Ernährung beitragen können. Ich habe mich oben über den Werth dieser Folgerung ausgelassen. Aus der Beschreibung des Eiweissumsatzes in meinen Versuchen ergibt sich nun als Thatsache, dass auch ohne genügende Zufuhr von Salzen Eiweiss, Fette und Kohlehydrate im Darme aufgenommen werden. Es zeigten sich jedoch im Verlaufe der Versuche Verhältnisse in Bezug auf die Verdauungsthätigkeit der Thiere, welche eine eingehende Besprechung erheischen.

Bei den ersterwähnten Versuchen an den Tauben konnten Zeichen einer Störung des Verdauungsvermögens nicht bemerkt werden. Die Exkremente der Versuchsthiere zeigten in Farbe, Mischung und Consistenz keine Eigenschaften, die von den Exkrementen derselben Thiere bei normaler Zufuhr verschieden gewesen wären. Es liess sich jedoch nicht entscheiden, ob nicht mit der Zeit die Verdauungsfähigkeit sich verminderte, da im Verlaufe des Versuches die Nahrung verweigert wurde. In dem Taubenversuche mit zwangsweiser Fütterung wurde vom 10. Tage an Erbrechen beobachtet, so dass man annehmen muss, dass von diesem Zeitpunkte an die Speisen nicht mehr in der normalen Weise im Kropfe und Magen

1) Voit und Riederer (diese Zeitschrift I, 318) fanden bei 800 Grm. Fleisch von 0.65—1.21 Grm., im Mittel hiebei 1.106 Grm. für den Tag.

verändert wurden, während der Koth jedoch weder in Menge noch Aussehen sich anders verhielt als vorher.

In dem Kothe hat man nun ein Mittel, die Verdaulichkeit und die Resorption eines Nahrungsgemenges zu prüfen. Der Koth ist ein Gemische von Substanzen, welche, in den meisten Fällen, grösstentheils von der eingeführten Nahrung stammend bei ihrem Durchtritte durch den Darm nicht resorbirt wurden, nebst einer geringen Menge von Ausscheidungsprodukten der Darmschleimhaut und der Drüsen. Er dient daher als Maass für die Veränderung und Ausnützung, welche die Nahrung im Darme erfährt, d. h. für die Verdauung.

Abhängig von der verschiedenen Nahrungszufuhr und stets entsprechend derselben wird, besonders beim Fleischfresser und Menschen, deren Darm von einfacherer Gestaltung ist als der des Pflanzenfressers, der Koth von bestimmter Zusammensetzung und Consistenz und namentlich in einer Menge entleert, die nur in engen Grenzen schwankt. In der nachfolgenden Tabelle habe ich nun die tägliche Menge des trockenen Kothes vom Hunde, sowie dessen Stickstoff-, Fett- und Aschegehalt bei verschiedener Fütterung zusammengestellt[1]). In je einer nebenstehenden Columne fügte ich die tägliche Menge, auf ein Gewicht von 100 Kilogramm Hund berechnet, bei:

Nahrung	trockener Koth	auf 100 Kilo	Stickstoff	auf 100 Kilo	Fett	auf 100 Kilo	Asche	auf 100 Kilo	Phosphorsäure	auf 100 Kilo
(Hunger)	1.4 — 2.4	4.5 — 8.0	0.15	0.5	—	—	0.2	0.66	0.08	0.1
reines Fleisch	5.1 — 11.1	15.9 — 33.1	0.64	1.9	—	—	1.05 — 2.9	3.4 — 9.35	0.23 — 0.65	0.74 — 2.1
Brod	50.0 — 59.7	200	1.84	6.3	—	—	10.4	34.6	—	—
800 Fleisch und 200 Fett	16.9	51.2	0.76	2.3	5.2	15.7	4.26	14.2	0.42	1.35
Fleisch u. Stärke	7.6 — 19.2	—	—	—	—	—	2.79	9.3	0.37	1.28
" " "	—	—	—	—	—	—	1.8	6.0	—	—

1) Nach Angaben Voit's, Ztschr. f. Biol. II. 309 u. 362 u. III. 73; ferner E. Bischoff's, ebenda, III. 309 u. V. 454 u. G. Meyer's, ebenda VII. S. 2 u. ff

In Consistenz und Zusammensetzung und somit im äussern Ansehen ist der Koth so von der eingeführten Nahrung influencirt, dass man aus ihm einen sichern Rückschluss auf die Art der Nahrung machen kann. So unterscheidet sich der Fleischkoth vom Brodkothe, Stärkekothe und dem Kothe bei gemischter Nahrung ganz wesentlich.

Der Wassergehalt des Hundekothes bei Fleischfütterung [1]) schwankt zwischen 51—71 Procent, ein Gehalt, der durch Zusatz von Fett zur Nahrung kaum verändert wird. Durch Zusatz von Stärke zum Fleisch in der Nahrung wird der Wassergehalt des Kothes im Vergleich zum Fleischkothe etwas erhöht und zwar nach der Menge der Stärkezufuhr. Bei 16tägiger Fütterung eines etwa 25 Kilo schweren Hundes mit 302 Grm. Fleisch und 354 Grm. Stärke erhielt E. Bischoff [2]) einen Koth, dessen Wassergehalt von 63.9—73.8 Procent (bei einem Mittel von 68.7 %) schwankte. Wie mit dem Wassergehalte, so verhält es sich auch mit dem Gehalte des Kothes an Fett, Asche, Stickstoff etc.

In der nachstehenden Tabelle theile ich den Procentgehalt des Hundekothes an wichtigeren Bestandtheiten mit, den ich einer Versuchsreihe entnommen, in der ein 30—31 Kilogramm schwerer Hund von E. Bischoff [3]) mit verschiedener Nahrung gefüttert wurde:

Nahrung	Stickstoff in %	Asche in %	Phosphor-Säure in %	Fett in %
500—2000 Fleisch	6.5	20.6	4.57	—
1500 Fleisch und 80 Fett	5.5	—	3.9	13.8
„ „ „ 100 „	4.7	—	3.3	17.1
400 Fleisch, 400 Stärke	5.5	11.97	2.5	—
500 „ 250 „	3.8	15.0	3.3	—
Hunger	7.96	18.9	3 0	—

1) Bischoff u. Voit, d. Ges. d. Ernährung etc., S. 298.
2) Ztschr. f. Biol. Bd. V, S. 469.
3) Ebendaselbst Bd. III, S. 310 ff.

Im Anschlusse an die beiden vorstehenden Tabellen gebe ich nun, in derselben Weise angeordnet, die tägliche Menge und prozentische Zusammensetzung des Kothes, der in meinen beiden Versuchen am Hunde erhalten wurde:

I. Tägliche Menge.

Salzhunger	trockener Koth	auf 100 Kilo	Stickstoff	auf 100 Kilo	Fett	auf 100 Kilo	Asche	auf 100 Kilo	Phosphorsäure	auf 100 Kilo
I. Fleisch und Fett . . .	11.0	45.4	0.8	3.3	—	—	1.66	6.86	0.31	1.28
II Fleisch, Fett und Stärke .	25.0	83.3	1.62	5.4	3 2	10.6	2.59	8.63	0.466	1.55

II. Prozentische Zusammensetzung.[1])

Salzhunger	Wasser in %	Stickstoff in %	Fett in %	Asche in %	Phosphorsäure in %
I. (Durchschnittsgewicht des Hundes 24.2 Kilo.)	63.4	7.16	—	15.5	2.99
II. (Durchschnittsgew. 30 Kilo.	65.9	6.7	13.9	13.1	2.3

Eine Vergleichung der in den Tabellen angegebenen Zahlen ergibt, dass der Koth beim Salzhunger nur der eingeführten Nahrungsmischung und Menge entspricht, d. h. in derselben täglichen Menge und prozentischen Zusammensetzung der Hauptbestandtheile entleert wird, wie bei Fleisch- und Fettzufuhr mit den Salzen, im zweiten Versuche nur durch die Zugabe der Stärke in der Nahrung etwas modificirt.

Dem entsprechend verhielt sich auch das äussere Ansehen des Kothes. In beiden Versuchen war derselbe fest, von dunkelbrauner

1) Mittel aus dem Prozentgehalte der einzelnen Kothe.

Farbe und homogener Beschaffenheit, wie dies bei reichlicher Fleischnahrung der Fall ist. Unveränderte Speisereste liessen sich auch mikroskopisch in demselben nicht erkennen. Der Koth des 35. Tages im ersten Versuche war nur in seinem Wassergehalte verändert und dem entsprechend etwas heller gefärbt. Wie stets bei Fleischfütterung, wurde der Koth auch hier in mehrtägigen Zwischenräumen entleert.

Es findet demnach im Darme des Hundes dieselbe Ausnützung der ausgelaugten Albuminate statt, wie bei Anwesenheit der Salze in der Nahrung. Auch die Resorption des Fettes geht ungestört von Statten. Die Stärke wird in gleicher Weise verbraucht und ist, wie ersichtlich, die Umwandlung derselben in lösliche Körper durch die Verdauungssäfte nicht gehindert.

Erst gegen das Ende der Versuche traten Verdauungsstörungen auf, ähnlich wie bei dem dritten Taubenversuche. Nachdem die Hunde 31 resp. 24 Tage lang die Fleischpressrückstände erhalten hatten, erbrachen sie das ihnen eingegebene Futter, und nun konnte selbst nach längerem Verweilen desselben im Magen der Thiere kaum eine Veränderung durch den Magensaft konstatirt werden. Dass übrigens eine Absonderung des letzteren auch jetzt noch stattfand, lässt sich daraus erkennen, dass das erbrochene Nahrungsgemische, das vorher chlorfrei war, stets einen grössern Gehalt an Chlor zeigte, und verweise ich hier insbesondere auf Tabelle X, in welcher ich die Chlormengen im Erbrochenen, sowie die Zeit des Erbrechens nach der Nahrungsaufnahme angegeben habe. Beachtenswerth ist, dass die Störung in der Thätigkeit des Magens bereits zu einer Zeit eintrat, in welcher sich eine Veränderung des Kothes nur in dem vermehrten Wassergehalte zu erkennen gab, während die Menge des Stickstoffes, Fettes und der Asche in demselben für den Tag keine auffallende Aenderung erfahren hatte, d. h. also, in welcher eine Wirkung der Darmsäfte auf die eingeführten Nahrungsstoffe immer noch vorhanden war. Ich erwähne an dieser Stelle, dass ich bei der Sektion des zweiten Versuchshundes, der am 26. Versuchstage getödtet wurde, die Gallenblase mit Galle gefüllt vorfand, bezüglich deren Asche ich auf die unten folgenden Analysen verweise.

Dieses Verhalten zeigt uns, dass während im Anfange des Versuches die Verdauungssäfte in ihrer normalen Constitution abgesondert wurden, dieselben allmählig sich veränderten. Hiebei trat endlich ein Punkt ein, an welchem ihre Wirksamkeit aufhörte oder dieselben normal nicht mehr abgesondert wurden.

Doch liegt die Todesursache der Versuchsthiere nicht, wie ich schon oben zeigte, in dem Aufhören der Nahrungsaufnahme, wenn auch zuzugeben ist, dass bei der Fortsetzung des Versuches den Hunden salzfreie Nahrung einzugeben, in Folge der Funktions-Unfähigkeit des Verdauungsapparates auch der Hungertod hätte eintreten müssen. Es erhellt dies namentlich aus dem Versuche an den Tauben und dem zweiten Hunde, bei welchen der Verfall eintrat, obwohl fast bis zu Ende eine im Uebrigen genügende Nahrungsaufnahme stattgefunden hatte.

Es muss daher das Verhalten der Versuchsthiere während der Fütterungsdauer mit Bezug auf andere Thätigkeiten in Betracht gezogen werden.

Bei allen Thieren trat bald ein Zustand von Muskelschwäche und Zittern auf, der am besten durch allgemeine Ermüdung bezeichnet werden kann. Die Schwäche in einzelnen Muskelparthien der Hunde, namentlich der hintern Extremitäten, nahm allmählig, schon von der zweiten Versuchswoche an, einen lähmungsartigen Charakter an, wie es bei einer Schwächung der Funktion des Rückenmarkes zu beobachten ist. Auch die Thätigkeit des Gehirns erlitt Störungen, die sich in dem wachsenden Stumpfsinne und der Theilnahmlosigkeit der Thiere zu erkennen gaben. Erscheinungen einer erhöhten Erregbarkeit machten sich in späterer Zeit oft geltend. So fiel eine der Tauben, die sich auf die Querstange des Käfiges gewagt hatte, einmal als ich rasch das Arbeitszimmer betrat, plötzlich auf den Boden des Käfiges nieder, wo sie sodann in ihrer gewöhnlichen stumpfen Haltung, mit geschlossenen Augen und eingezogenem Kopfe niedergekauert blieb. Die Hunde zuckten sofort und stets, wie heftig erschreckt zusammen, wenn irgend eine rasche Bewegung, auch von der Entfernung, gegen sie ausgeführt wurde.

Unter die Erscheinungen von Seite des Centralorganes ist der oben geschilderte Wuth-Anfall, der sich namentlich durch tonischen Krampf der Hals- und Kiefermuskulatur äusserte, zu setzen. Derselbe ist ähnlich einem Anfalle, den E. Bischoff an dem nämlichen Hunde nach reichlichem Fleischverluste oder Kemmerich an einem Hunde, der nach vorausgehender längerer Fütterung mit Fleischrückständen und Chlornatrium einen Zusatz von Fleischkalisalzen zu dem gleichen Futter erhielt, beobachtete[1]).

Der Tod der Tauben trat endlich ein unter allgemeinen Krämpfen und Erstickungserscheinungen in Folge der Störungen, welche die Nerven-Centralorgane erlitten. Die Hundeversuche hatte ich zu einer Zeit unterbrochen, wo die geschilderten Störungen nicht die äusserste Grenze erreicht hatten.

Wenn ich die Erscheinungen, welche beim Salzhunger auftreten, sie zusammenfassend, in einen Rahmen zu bringen versuche, so erhalte ich folgenden Satz:

Bei möglichster Entziehung der Mineralbestandtheile in der Nahrung des erwachsenen Thieres gehen die Prozesse des Stoffwechsels, Zerfall und Zersetzung im Körper, bis zum Tode des Thieres in derselben Weise vor sich, wie bei einer Nahrung, die neben den übrigen nothwendigen Stoffen auch die Aschebestandtheile enthält. Es treteu jedoch allmählig Störungen in den Funktionen der Organe auf, welche schliesslich einestheils die Umänderung der Nahrungsstoffe

1) Kemmerich (a. a. O. S. 91) glaubt, in seinem Falle eine Vergiftung durch Kali vor sich zu haben. Bei der geringen Menge von Kalisalzen, deren Genuss diese Vergiftung hervorgerufen haben soll, glaube ich vielmehr, dass der erwähnte Anfall eine Steigerung der von K. angegebenen Erscheinungen des Salzhungers, welcher einmal in dieser Weise sich bemerklich machen musste, und nicht eine Folge der Darreichung der Fleischkalisalze war. Die vermeintliche Vergiftung hätte sich sicherlich ebenso ereignet, wenn der Hund an jenem Tage keine Salze erhalten hätte. Diess geht schon aus dem Umstande hervor, dass die anfangs beobachtete Lähmung im Kreuze, die übrigens, wie aus K.'s Schilderung erhellt, schon vor der Darreichung von 4 Grm. Fleischbrühsalzen vorhanden war, noch fast zwei Wochen bestehen blieb, was sich doch mit einer akuten Vergiftung durch Kali nicht in Einklang bringen lassen dürfte.

in resorbirbare Modificationen und somit den Ersatz des zersetzten Körpermaterials verhindern, anderntheils aber durch Unterdrückung lebenswichtiger Prozesse den Untergang des Organismus hervorbringen, bevor noch die Unmöglichkeit einer dauernden Nahrungsaufnahme Verfall und Tod nach sich zieht.

Zu beachten ist hiebei, dass die nervösen Centralorgane zuerst bemerkbar an dem Entzuge der Aschebestandtheile, ohne welche die Funktionen derselben nicht mehr vor sich gehen, leiden.

Wie verhält sich die Ausscheidung der Salze bei Mangel derselben in der Nahrung?

Die Controle der Ausscheidung geschah in den Versuchen am Hunde (vergl. die Tabellen II—V und VII—IX); die Nahrung derselben konnte jedoch, wie bereits erwähnt, nicht völlig salzfrei hergestellt werden.

In 3857.8 Grm. Fleischalbuminaten, welche der erste Versuchshund während 35 Tagen aufgenommen hatte, sind enthalten:

21.15 Grm. Phosphorsäureanhydrid (0.60 Grm. für den Tag);
5.83 Grm. Kalium;
3.01 Grm. Kalk;
0.89 Grm. Eisen.

In der entsprechenden Menge frischen Fleisches — 16391 Grm. — sind (berechnet nach Lehmann's Analyse des frischen Rindfleisches):

111.5 Grm. Phosphorsäure (nach E. Bischoff[1]) 72.9 Grm.);
70.7 „ Kalium;
9.7 „ Natrium;
9.8 „ Chornatrium;
4.1 „ Kalk;
7.4 „ Magnesia.

Im zweiten Versuche nahm der Hund 4105 Grm. Fleischrückstände auf; in diesen sind:

22.50 Grm. Phosphorsäure (0.86 Grm. für den Tag);
6.20 „ Kalium;
3.20 „ Kalk;
0.94 „ Eisen.

---

1) Ztschr. f. Biol. III. 310.

In der entsprechenden Menge frischen Fleisches, 17441 Grm., berechnen sich:

118.60 Grm. Phosphorsäure (nach E. Bischoff 77.61 Grm.);
75.3 „ Kalium;
10.3 „ Natrium;
10.46 „ Chlornatrium;
4.36 „ Kalk;
7.85 „ Magnesia.

Unter den Mineralien, welche dem Thierkörper zugeführt werden, nimmt die Phosphorsäure der Menge nach einen hervorragenden Platz ein. In der Nahrung des Fleischfressers kommt auf 1 Grm. Stickstoff 0.2 Grm. Phosphorsäure (nach E. Bischoff 0.13 Grm.); für den Pflanzenfresser gibt sich bei einer Nahrung, durch welche Thiere auf ihrem Bestande erhalten wurden [1]), auf 1 Grm. Stickstoff 0.34—0.35 Grm. Phosphorsäure.

Da bei der Fütterung mit den ausgelaugten Fleischalbuminaten, wie sich aus der voranstehenden Berechnung oder aus dem Verhältnisse des Stickstoffes zur Phosphorsäure in der Zufuhr — 1 : 0.038 — ergibt, die Einfuhr der Phosphorsäure eine höchst verminderte war, sodann eine Controle der übrigen Mineralbestandtheile in der gegebenen Zeit die Arbeitskraft einer Person weit überschreiten musste, so beschränkte ich mich, bei der Analyse des Harnes, auf die tägliche Bestimmung der Phosphorsäure [2]), welcher ich im zweiten Versuche am Hunde noch die tägliche Bestimmung des Chlors [3]) (als Chlornatrium in den Tabellen berechnet) beifügen

1) Vergl. Valentin, Wagners Handwörterb. d. Physiol. u. Voit, Ztschr. f. Biol. Bd. V, S. 122.

2) Nach Neubauer's Titrirmethode, die bei wiederholter Prüfung genaue, mit der Gewichtsbestimmung übereinstimmende Resultate ergab.

3) Anfänglich hatte ich das Chlor im Harne durch Titriren des neutralisirten Harnes mittelst salpetersaurer Silberlösung zu bestimmen versucht. Die erforderliche Menge der letztern war zwar, wie zu erwarten stand, an den einzelnen Versuchstagen ziemlich gering, für 10 Cc. des Harnes 2.4 — 4.0 Cc. der Lösung. Rechnete ich das verbrauchte Silbernitrat auf Kochsalz, so erhielt ich, für den Chlorgehalt des Harnes eine Zahlenreihe, die in graphischer Darstellung parallel mit der Linie der Harnstoffzahlen ging, also genau der Grösse des täglichen Eiweissumsatzes entsprach.

Dazu trat stets eine augenblickliche Schwarzfärbung beim Zusatze der Silberlösung auf.

konnte. Von andern Aschebestandtheilen im Harne bestimmte ich an einigen Tagen die Schwefelsäure. Bezüglich der Phosphorsäurebestimmung bemerke ich noch, dass ich, nach Fällung der Erden im Harne durch Zusatz von Ammoniak in gemessenen Quantitäten, die an Alkalien oder Erden gebundene Phosphorsäure erhielt. Die gefundenen Zahlen sind in den am Schlusse angefügten Tabellen II und VII zusammengestellt.

Bei der Betrachtung der Tabellen fällt uns zuerst ins Auge, dass die Ausscheidung der Phosphorsäure in Harn und Koth nie-

---

Es musste daher daran gedacht werden, dass die verbrauchte Silberlösung wohl eine bestimmte tägliche Menge von reducirenden oder mit dem Silber in Verbindung tretenden Substanzen im Harne, aber nicht dessen Chlorgehalt anzeige.

In der That zeigten Controlbestimmungen, dass die volumetrische Chlorbestimmung unbrauchbar war. Die Einäscherung des Harnes und gewichtsanalytische Bestimmung des Chlors in der Asche in der von Fresenius (Lehrbuch der quantit. Anal. 1864, S. 546) angegebenen Weise, lieferte nämlich weitaus niedrigere Zahlen. So erhielt ich beispielsweise am 24. Versuchstage durch Titriren im Harne 0.28%, nach der Einäscherung 0.013% Chlornatrium.

Jedoch auch diese Methode zeigte sich unzulänglich. Bei der Verbrennung des stickstoffreichen Harnes bildeten sich beständig wechselnde Mengen von Cyanalkali. Es war daher die Trennung des Chlors vom Cyan, nach Neubauer und Kerner ausgeführt, niemals zu umgehen.

Die so erhaltenen Zahlen für den Chlorgehalt des Harnes wurden durch die unternommenen Controlbestimmungen als richtig bestätigt, während diese vorher die verschiedensten Resultate ergeben hatten.

Wie beim Harne, so bildete sich auch bei der Verbrennung von Blut, Muskel etc. Cyanalkali, und es muss daher bei der Chlorbestimmung in diesen stickstoffreichen Substanzen hierauf Rücksicht genommen werden.

Ich wundere mich daher nicht, dass Schenk (anat. physiol. Untersuchungen. Wien 1872, S. 22) „bei vergleichenden Chlorbestimmungen des Blutes in Erfahrung brachte, dass man beim direkten Einäschern ohne Kalkzusatz stets weniger Chlor aus dem Blute erhält," als wenn man die von ihm erwähnte Prozedur, d. h. die etwas veränderte Fresenius'sche Methode durchmacht. Das erhaltene vermeintliche Chlorsilber ist wohl ein Gemenge von Chlor- und Cyansilber.

Ich vermag daher auch Schenk's Beobachtung der Schwankungen im Chlorgehalte des Blutes von Hunden und Kaninchen, sowie den an diese Beobachtung geknüpften Vermuthungen über eine Wanderung des Chlors im Körper, welche auch Salkowsky in seinem Referate über Schenk's Abhandlung (vgl. Med. Centr. Bl. 1872, S. 678) zu hegen scheint, keinen Werth beizumessen, da dieselben kaum auf etwas Anderm als der unzureichenden Methode der Chlorbestimmung beruhen dürften.

mals unterbrochen ist. Bei einem Vergleiche jedoch mit der Phosphorsäureausscheidung im Harne bei vollständiger Nahrung bemerken wir, dass dieselbe beim Salzhunger erheblich vermindert ist. Diese Verminderung der Phosphorsäure im Harne gibt sich sowohl bei der Vergleichung der täglichen Durchschnittsmenge als auch in dem Verhältnisse der Phosphorsäure zum Stickstoff in beiden Fällen zu erkennen. Im ersten Falle haben wir[1]), bei Fütterung eines Hundes von etwa demselben Gewichte mit 500 Grm. Fleisch, eine tägliche Menge von 2.34 Grm. Phosphorsäure oder ein Verhältniss von 1 Phosphorsäure zu 8 Stickstoff im Harne, im zweiten, bei Salzhunger, jedoch ungefähr derselben Menge Albuminate in der Nahrung, (vergl. Tabelle I) für 35 Versuchstage 1.22 Grm. täglich und ein Verhältniss von 1 Phosphorsäure zu 18 Stickstoff im Harne. Aehnliche Zahlen ergeben sich im zweiten Versuche.

Sodann bieten sich in Bezug auf die Ausscheidung für die einzelnen Versuchstage bemerkenswerthe Verhältnisse dar, die im Zusammenhange mit der Nahrungszufuhr stehen. Im zweiten Versuche am Hunde, Tabelle. VI, in welchem fast beständig eine genügende Menge verbrennlicher Stoffe zugeführt werden konnte, sehen wir eine annähernd gleichmässige tägliche Ausscheidung der Phosphorsäure durch Harn und Koth, entsprechend der Stickstoffausscheidung, wobei die Ausscheidung der Säure die Einfuhr stets überwiegt. Die Menge der Phosphorsäure in den Exkreten sinkt hiebei mit der Verminderung derselben in der Nahrung sofort bis zu einer niedrigen Zahl ab, die sich auch im weitern Verlaufe, bei gleicher Nahrungszufuhr, nur wenig verändert. Der Harn eines dem Versuche vorausgehenden Tages enthält 4.18 Grm. Phosphorsäure, was einem Umsatze von 939 Grm. Fleisch entspricht, der des ersten Versuchstages 2.05 Grm. Phosphorsäure, gleich einem Umsatze von 460 Grm. Fleisch, während der Stickstoff des Harnes den wirklichen Fleischumsatz von 670 Grm. angibt.

Dieser rasche Abfall, nicht vermittelt durch ein allmähliges Sinken, wie wir es in der Kochsalzreihe bemerken, lässt sich im

1) E. Bischoff, Ztschr. f. Biol. III, 315.

ersten Versuche nicht erkennen, da dabei an den ersten beiden Tagen der Harn nicht aufgefangen werden konnte. Aber auch hier ist die tägliche Menge der Phosphorsäure in den Exkreten, im Anfange des Versuches, annähernd gleich. Dagegen finden wir später, bei den bedeutenden Unterschieden in der Grösse der Nahrungszufuhr, Schwankungen in der Menge der ausgeschiedenen Phosphorsäure, Schwankungen, welche auffallend in der Columne (vide Tabelle II) hervortreten, in der ich die Differenzen der täglichen Phosphorsäure-Aufnahme und Ausgabe zusammenstellte. An drei Tagen ausgenommen, übersteigt die Ausgabe stets die Einfuhr. Aber während das Plus der Ausgabe an den Tagen, an welchen reichliche Nahrungsaufnahme stattfand, nur sehr gering ist und, bei Fleischansatz, dreimal sogar noch von der in der Nahrung enthaltenen Phosphorsäure im Körper zurückgehalten wird, erhöht es sich beträchtlich in der Hungerperiode und der Zeit einer beschränkten Nahrungszufuhr, während welcher das Versuchsthier an Körpersubstanz verlor.

Um hievon eine Anschauung zu geben, theile ich die Versuchsreihe in mehrere Perioden, in welchen entweder reichliche Nahrungsaufnahme oder theilweise und gänzliche Unterbrechung derselben statthatte. Für jede dieser Perioden berechne ich sodann die tägliche Durchschnittsmenge der aufgenommenen Fleischalbuminate und der abgegebenen Phosphorsäure sowie den Fleischumsatz, welcher sich aus dem Phosphorsäureverluste einerseits und andererseits aus dem Stickstoffe des Harnes, entsprechend dem Gehalte des Fleisches an diesen Bestandtheilen = 0.445 % Phosphorsäure und 3.4 % Stickstoff, ergibt. Ich erhalte so folgende Tabelle:

Periode	Menge der täglichen Albuminate	Phosphorsäureverlust des Körpers	Fleischumsatz aus der Phosphorsäure	Fleischumsatz aus dem Stickstoffe
I. vom 8.— 9. Tage	157.4	0.47	106	598
II. „ 10.—18. „	39.1	1.14	257	314
III. „ 19.—24. „	167.8	0.025	6	597
IV. „ 25.—27. „	57.0	0.90	202	346
V. „ 28.—31. „	155.7	0.63	143	574
VI. „ 31.—35. „	70.1	0.83	186	510

Der Einfluss der Nahrungszufuhr ist in dieser Tabelle aufs schärfste ausgeprägt, und es erübrigt mir nur noch, die Zahlen in einer Reihenfolge entsprechend der Grösse des Phosphorsäureverlustes neben einander zu stellen. Während die Zahlen der Phosphorsäureabgabe und die Verhältnisszahlen des wirklichen Fleischumsatzes zu dem aus dem Phosphorsäureverluste berechneten ansteigen, sinkt umgekehrt die Grösse der täglichen Eiweisszufuhr:

Periode	III.	I.	V.	VI.	IV.	II.
Fleischumsatz zu dem aus dem Phosphorsäureverluste gerechneten Umsatze, wie 100 zu:	0.9	17.8	24.9	36.5	58.5	81.7
Täglicher Phosphorsäureverlust . . .	0.025	0.47	0.63	0.83	0.90	1.14
Tägliche Eiweissmenge	167.8	157.4	155.7	70.1	57.0	39.1

d. h. **je geringer die Menge der eingeführten, salzarmen Nahrung, desto grösser ist der Verlust an Phosphorsäure, den der Körper erleidet.**

Ich bemerke, dass ich hiebei die Wirkung der Fettverminderung in der Nahrung ausser Acht lassen musste; sonst würden die Zahlenreihen ein noch gleichmässigeres Auf- und Absteigen zeigen.

Aehnliche Verhältnisse, wie bei der Phosphorsäureausscheidung, ergeben sich auch bei der Ausscheidung des Chlores, s. Tabelle VIII (Columne Kochsalz). Im Anfange des Versuches wird bei der vollständigen Unterbrechung der Chlorzufuhr dieses in Mengen abgegeben, die sich von Tag zu Tage verringern. Später ist die Ausscheidung desselben soweit herabgedrückt, dass in 200 Cc. des Harnes nur mehr unwägbare Spuren entdeckt werden konnten. An den zwei letzten Versuchstagen, an denen der Körper an Substanz verlor, erscheinen auch wieder, wenn auch ganz geringe, Mengen Chlores im Harne.

Auch die Bestimmung des Chlores in der zweiten Hälfte des ersten Hundeversuches, s. Tabelle II, zeigt, dass dessen Ausscheidung sehr vermindert, ja fast aufgehoben ist.

Auf diesen Versuch muss ich übrigens noch etwas näher eingehen.

Obwohl die Nahrung des Versuchthieres völlig chlorfrei war, und dessen Harn, wie erwähnt, in der spätern Zeit des Versuches nur mehr Spuren Chlors enthielt, so zeigte eine Analyse des Erbrochenen vom 34. Versuchstage, dass selbst in dieser späten Versuchszeit noch grössere Mengen Chlors sich im Magen der eingeführten Nahrung beimischten. In 246 Grm. des frischen aus dem Magen entleerten Futtergemenges am 35. Tage waren 1.63 Grm. Chlor enthalten, während die Menge des an demselben Tage im Harne entleerten Chlores nur 0.04 Grm. betrug. Es wird also fortwährend Chlor im Magen ausgeschieden, welches stets wieder resorbirt wird, da der Koth kein Chlor enthielt.

Ich habe einen 30 Kilogramm schweren Hund, welchem Professor Voit zum Zwecke eines Vorlesungsversuches eine Magenfistel angelegt hatte, 9 Tage hindurch mit Fleischrückständen und Fett gefüttert. Bereits am 7. Tage betrug die Menge des Chlores im Harne nur mehr 0.056 Grm. Am 9. Tage gewann ich auf bekannte Weise während der Verdauungszeit aus der Magenfistel eine dünne, aber stark sauer reagirende Flüssigkeit, welche durch Filtriren von den suspendirten Speisetheilchen etc. befreit wurde. Diese gab einen Gehalt von 0.07 % Chlor. Der Magensaft des Hundes wird also immer noch mit einem gewissen Chlorgehalte abgeschieden[1]), trotzdem im 24stündigen Harne nur Spuren davon enthalten sind.

Bei der so geringen Menge des Chlores im Harne der Versuchsthiere sind natürlich die Ausscheidungs-Verhältnisse desselben nicht so deutlich hervortretend, wie bei der Phosphorsäure; doch ist ersichtlich, dass sich das Chlor ähnlich wie die Phosphorsäure verhält. Nur im Anfange des Versuches wird von einem Vorrathe

1) Ich beabsichtigte auch die Menge der übrigen Aschebestandtheile im Magensafte des Hundes zu bestimmen. Am 10. Tage jedoch verweigerte dieser das Fressen, dessen zwangsweise Beibringung nicht möglich war. Da ich aber aus der Phosphorsäureausscheidung im Harne, in meinem ersten Versuche, s. u., die Vermuthung schöpfte, dass während des Hungers die Säfte in Bezug auf ihren Salzgehalt eine Veränderung resp. Vermehrung desselben erfahren könnten, so stand ich von der weitern Gewinnung des Magensaftes ab.

abgegeben, der sich bei der vorausgehenden reichlichen Chlorzufuhr im gemischten Fressen in den Körpersäften angesammelt hatte, und der sich bei Unterbrechung der Zufuhr täglich vermindern und bald erschöpfen musste. Im weitern Verlaufe wird dann vom Chlorbestande des Körpers nach Maassgabe der Abnahme seiner Substanz abgegeben, was aus dem reichlicheren Auftreten des Chlores im Harne nach einem Hungertage und während der verminderten Fettzufuhr (s. Tabelle VI und VII), gleich der Vermehrung des Phosphorsäureverlustes während der Hungerzeit, hervorgeht.

Fast genau so wie die Phosphorsäure verhält sich in meinen Versuchen das Eisen. Ich habe im Auftrage Voit's zu andern Zwecken einmal die Menge Eisens bestimmt, welche ein etwa 30 Kilo schwerer Hund in 3 Tagen durch den Harn ausschied und hiebei nur Spuren desselben gefunden. Weitaus der überwiegende Theil wird im Kothe ausgeschieden. Ich unterlasse es daher nicht, meinen übrigen Tabellen noch die Zahlen der Eisen-Aufnahme und Ausscheidung beizufügen (s. Tabelle V und XI). Nach dem Vorausgehenden bedürfen dieselben keiner weitern Erörterung.

Was bezüglich der Phosphorsäure, des Chlores und des Eisens beobachtet wurde, muss ebenso für die übrigen Aschebestandtheile, deren Zufuhr in meinen Versuchen ebenfalls herabgesetzt war, angenommen worden.

Für die Ausscheidung der Aschebestandtheile beim Salzhunger ergibt sich somit, dass dieselbe während des ganzen Versuches, doch in erheblichem Maasse verringert, andauert, und dass sie gerade bei der reichlichsten Zufuhr von verbrennlichen Stoffen am geringsten ist.

Alle diese Verhältnisse, wie ich sie in Vorstehendem schilderte, finden ihre Erklärung in dem Verhalten der Körpersalze, wie ich dasselbe oben angenommen habe: Weitaus der grösste Theil derselben befindet sich mit den verbrennlichen Stoffen des Organismus, vorzüglich den Eiweisskörpern in festen oder gelösten Verbindungen, welche die Körpersubstanz bilden. Ein kleiner Bruchtheil, welcher zuvor mit verbrennlichen Stoffen verbunden, bei deren Zerfalle und Oxydation, frei geworden, ist mit den Zersetzungsprodukten in den Säften und im Blute vorhanden. Diese letztern nun werden bei

dem Durchgange des Blutes durch die Nieren in die Harnkanälchen übergepresst, während der Durchtritt der an die gelösten Eiweisskörper gebundenen Salze durch die in der Niere vorhandenen Bedingungen verhindert ist. Dem entsprechend steht für gewöhnlich (wenn mit der Nahrung nicht überschüssige und unverwerthbare Aschebestandtheile eingenommen worden sind) die Menge der Salze im Harne in bestimmtem Verhältnisse zu dessen Stickstoffgehalte d. h. zu dem Eiweissumsatze, was beim Fleischfresser, als dem einfachsten Falle, besonders hervortritt.

In das Blut tritt die Nahrung mit einer genügenden Menge der Mineralbestandtheile ein. Während nun Zerfall und Oxydation an jedem Orte im Körper, je nach der Blutvertheilung also der Grösse des Säftestromes in den Organen in verschiedenem Maasse, stattfindet, geschieht auch von da aus fortwährend der Durchtritt der diffundibel gewordenen Salze und Zersetzungsprodukte.

Gelangen aber, wie bei meinen Fütterungsversuchen, salzfreie oder salzarme Nahrungsstoffe aus dem Verdauungskanale in das Blut, so verbinden sich diese in der That, wie aus meinen Bestimmungen hervorgeht, mit den im Blute enthaltenen freien Salzen, welche von der zersetzten Körpersubstanz stammen. Diese werden so im Körper zurückgehalten und gelangen hiernach zu wiederholter Verwendung. Wir haben also hier einen Salzkreislauf, der dem Laufe einer endlosen Schlinge zu vergleichen ist.

Da jedoch das Zustandekommen einer chemischen Verbindung stets einer gewissen Zeit[1]) bedarf, innerhalb welcher Eiweiss und Salze noch frei sich neben einander befinden[2]), Zersetzung und Ausscheidung aber in jeder Zeiteinheit vor sich gehen, so ist es natürlich, dass immer geringe Mengen der Salze, bevor sie sich mit den salzfreien verbrennlichen Stoffen verbinden, aus dem Blute in die Harnkanälchen gepresst und so ausgeschieden werden. Man hat daher nicht nöthig, die Natur mit einem besondern Verschwend-

1) Die natürlich desto länger, je verdünnter die Lösungen und je schwächer die Verwandtschaft der sich verbindenden Körper.

2) Vergleiche in dieser Beziehung: F. Hofmann, Ueber den Uebergang freier Säuren durch das alkalische Blut in den Harn, diese Zeitschr. Bd. VII, S. 338 u. ff.

ungstriebe auszustatten, wie Salkowsky[1]) meint. Die Organe und Säfte werden dadurch nach und nach ärmer an constituirenden Aschebestandtheilen.

Aber auch die während des Versuches auftretenden Schwankungen in der Salzausscheidung, namentlich das Anwachsen derselben in bestimmten Perioden, wie es beim ersten Hundeversuche an der Phosphorsäurereihe ersichtlich ist, erscheint nunmehr erklärlich.

Die Menge der ausgeschiedenen Salze muss nämlich unerlässlich steigen mit der Menge der freien Salze im Blute. Diese letztern wurden nun in meinen Versuchen auf zwei Weisen vermehrt: 1) durch den Hunger und 2) durch eine im Verhältniss zu den verbrennlichen Stoffen zu reichliche Zufuhr von Salzen.

Die auf den ersten Blick sehr auffallende Thatsache, dass beim völligen Hunger mehr Aschebestandtheile ausgeschieden werden als bei Zufuhr von Fleischrückständen, Fett und Stärkemehl wird dadurch leicht verständlich.

Während des Hungers wird nämlich die mit Salzen verbundene Körpersubstanz zersetzt, wobei die Salze frei werden und in diesem Zustande in's Blut gelangen. Hier werden sie jedoch nicht, wie bei dem gleichzeitigen Eintreten der salzarmen Albuminate zur Zeit einer reichlichen Zufuhr, von diesen gefesselt und so zurückgehalten, sondern sie treten in den Harn über. Wir sehen daher, (auf Seite 353 d. Abhdlg.), während des Hungers den aus dem Phosphorsäureverluste berechneten täglichen Fleischumsatz fast gleich dem, der sich aus dem Stickstoffe des Harnes ergibt. Auf's deutlichste erkennen wir in der Tabelle S. 354 eine solche Wirkung der beschränkten Zufuhr verbrennlicher Nahrungsstoffe in dem Verhältnisse des wirklichen zu dem aus dem Phosphorsäureverluste berechneten Umsatze.

Eine zweite Erhöhung der Salzausscheidung tritt sodann bei einem Ueberschusse derselben in der Nahrung ein. Als ich am Ende des ersten Versuches den ausgelaugten Albuminaten Fleischextrakt beifügte, war kein Ansatz der Phosphorsäure zu er-

1) Virch. Arch. Bd. 53, S. 214.

kennen. Nicht nur wurde die aufgenommene Phosphorsäure völlig wieder ausgeschieden, sondern noch Phosphorsäure vom Körper abgegeben, da der Körper bei dem Erbrechen eines Theils der Nahrung auch an Fleisch verlor. Dies zeigt sich sogar noch unter der Annahme, dass alle Phosphorsäure des zugesetzten Fleischextraktes wirklich aufgenommen und nichts von demselben miterbrochen wurde.

Die Tabellen I, II und III zeigen für die drei Tage des Fleischextraktzusatzes folgende Zahlen:

Stickstoff in Harn und Koth	52.7 Grm.	
„ in der Nahrung	45.2 „	
Körperverlust . .	7.5 Grm.	= 220 Grm. Fleisch.
Phosphorsäure in Harn und Koth . . .	7.22 Grm.	
„ in der Nahrung	6.74 „	
Körperverlust . .	0.48 Grm.	= 108 Grm. Fleisch.

Es frägt sich nun, ob eine solche zeitweilige Vermehrung der freien Salze im Körper, wie sie bei meinen Versuchen in den Hungerperioden geschah, von einem Einflusse auf das Verhalten der Versuchsthiere sein konnte.

Während des Hungers geschieht die Zersetzung auf Kosten der Körpersubstanz. Es verhält sich nun hiebei der Körper so, als ob er eine Nahrung mit Salzen empfinge, nur dass diese Nahrung eben vom Körper selbst genommen wird. Es ist nun bekannt, dass an der Zersetzung beim Hunger die Muskeln gegenüber den andern Organen in überwiegendem Maasse sich betheiligen. Der Körper lebt hiebei fast nur vom Muskeleiweiss und dem vorhandenen Fette. Auf 100 Grm. Verlust beim Hunger[1]) treffen z. B. auf das Blut 3.7, Gehirn und Rückenmark 0.1, auf die Muskeln dagegen 42.2 Grm.

Die Aschebestandtheile, deren vermehrtes Auftreten im Blute im freien Zustande, bei der beschränkten Nahrungszufuhr im ersten Hundeversuche, sich durch die Steigerung der Ausscheidung im Harne zu erkennen gab, stammen somit zum grössten Theile aus den Muskeln. Säfte und Organe des Hundes, welche beim Salzhunger bisher eine Verminderung ihrer Mineralbestandtheile erfahren

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. II, S. 355.

hatten, konnten nun von dem aus den zersetzten Muskeln kommenden Salzvorrathe, welcher durch das Blut, noch ehe er durch die Nieren sich völlig entfernen konnte, im ganzen Körper vertheilt wurde, ihren Verlust in Etwas decken, und zwar um so mehr, je länger die Hungerperiode d. h. die Zerstörung der Muskelsubstanz dauerte. Eine Abnahme der Masse der Organe und Säfte wie bei nicht zu lange dauerndem Hunger ist daher für das Leben viel weniger gefährlich als eine wenn auch kleine Abnahme der constituirenden Aschebestandtheile der noch vorhandenen Organe und Säfte.

Darauf machte schon der Umstand aufmerksam, dass nach mehrtägigem Hunger der Versuchshund sich anscheinend etwas lebhafter geberdete, und dessen Verdauungsthätigkeit, nach den spätern Hungertagen, etwas zugenommen zu haben schien.

Verhält es sich jedoch in Wirklichkeit auf diese Weise, so muss ein Thier, das ohne Unterbrechung mit salzarmer Nahrung gefüttert wird, früher zu Grunde gehen, als die Thiere, welche in den erwähnten Versuchen während der Hungerzeit Salze aus den zersetzten Muskeln beziehen konnten. Und in der That — die Taube, welche während der ganzen Versuchszeit zwangsweise gefüttert worden war, s. oben S. 332, lebte 13 Tage, und die Tauben, welche theilweise hungerten, 25 und 30 Tage, s. S. 326. Der Hund Nr. II (s. Tabelle VI u. ff.), welcher die zur Substanzerhaltung nöthige Menge von salzfreien Albuminaten, Fett und Stärke ohne längere Unterbrechung erhalten hatte, befand sich am 26. Fütterungstage bereits in so herabgekommenem Zustande, wie der erste zeitweise hungernde Versuchshund nach 39 Tagen.

Da nun, trotz der Zurückhaltung und Wiederverwendung der bereits gebrauchten Salze, beim Salzhunger eine fortdauernde Abgabe der constituirenden Salze unter der Bedingung des Zerfalles der Eiweissverbindungen im Organismus stattfindet, während das Eiweiss durch die fortdauernde Zufuhr immer wieder ersetzt wird, so folgt:

1) dass der Gesammtkörper und speziell die Theile, in welchen der Zerfall ein lebhafter ist, wie im Blute, den Muskeln etc., an Salzen allmählig ärmer, an Eiweiss relativ reicher wird, und

2) dass die Salzmischung in den organisirten Gebilden, wie im Säftestrom hiebei unbeeinträchtigt bleiben muss.

Hiemit ist es nun verständlich, dass beim Salzhunger die Zersetzungsvorgänge im Organismus in völlig normaler Weise stattfinden; wir verstehen, warum das Blut seine Alkaleszenz bewahrt, und alle Absonderungen, welche Produkte der Zellenthätigkeit sind, in gleicher Weise geschehen wie vorher. So ist auch der Koth in seinem Salzgehalte kaum verschieden von dem Kothe bei gleicher Nahrung mit Salzen, da er nebst den unresorbirten Theilen der Nahrung die Reste der ohne merkliche Beeinträchtigung abgesonderten Darmsäfte enthält. Nur der Harn, in welchem die leicht diffundirenden Körper sich finden, erleidet eine erhebliche Veränderung seines Salzgehaltes.

Da jedoch der Organismus, wie wir sahen, allmählig von seinen Mineralbestandtheilen verliert, so muss schliesslich die Zeit eintreten, in welcher sich der Verlust über den ganzen Körper fühlbar macht. Zuerst und vor Allem erfährt das Blut eine Verarmung an Salzen und auf Grund der andauernden Zufuhr von Albuminaten eine relative Bereicherung an letzteren. Bei seinem Durchgange durch die Muskeln und die anderen Organe nimmt es, nach der Grösse der Zersetzungen in denselben, wieder Salze auf und gibt verbrennliche Stoffe ab, wodurch auch jene, doch in geringerem Maasse, an der Verarmung theilnehmen.

Hierin liegt die Erklärung für die allmählig auftretenden Funktionsstörungen. Der Salzverlust bedingt den allgemeinen Ermüdungszustand im Muskelsystem, und die Erhöhung der Erregbarkeit und schliessliche Lähmung der Nervencentralorgane, Erscheinungen, deren Intensität mit der Grösse des Salzverlustes wachsen.

Dass aber nicht das Blut allein, sondern in der That alle Organe — nach der Grösse ihrer Theilnahme am Stoffumsatze und nach ihrer eigenen Masse — an Aschebestandtheilen verlieren, geht schon aus der Grösse der Phosphorsäureabgabe hervor, welche, wie ich Seite 338 zeigte, etwa das Zehnfache der Menge beträgt, welche das Blut von Hunden von dem Durchschnittsgewichte der Versuchsthiere enthält.

Eine Bestätigung der hier entwickelten Anschauungen hat die Analyse der Organe und Säfte des zweiten Versuchshundes zu

liefern, welche ich mit der Analyse von Organen eines Hundes in Vergleichung setze, der bei etwa dem gleichen Körpergewichte stets mit allen nöthigen Stoffen genährt worden war.

Bezüglich des Zeitpunktes der Tödtung des Versuchsthieres und dessen damaligen Zustandes erinnere ich an das oben Gesagte.

Von den Organen wurden Blut, Muskel, Herz, Leber, Nieren, Gehirn und Knochen aufbewahrt, von denen ich jedoch nur Blut, Muskel, Gehirn und Leber zu einer ausgedehnteren Bestimmung der Aschebestandtheile verwendete. Von allen Substanzen wurde unter sorgfältigster Vermeidung der Verdunstung, in bereit gehaltenen Schalen, die procentische Menge der festen Bestandtheile bestimmt.

Ein Theil des defibrinirten Blutes wurde in einem hohen, bedeckten Glase einige Zeit stehen gelassen, und das Serum von den zu Boden gesunkenen Blutkörperchen abgehoben. Der hiebei bleibende Rest figurirt in der Tabelle als Cruor.

Die Muskeln, von den Oberschenkeln genommen, wurden sorgfältig von anhängendem Fette und Bindegewebe befreit, ebenso die Nieren von der Kapsel und das Gehirn von den Gehirnhäuten.

Ich erwähne hiebei, dass in frischem Zustande die Leber ein Totalgewicht von 1067 Grm. hatte, beide Nieren 211 Grm., das Gehirn 108.5 und das blutleere Herz 54.5 Grm. wogen.

Aus der gefüllten Gallenblase wurden 90 Cc. dünnflüssiger Galle von neutraler Reaktion erhalten.

In der Harnblase befand sich etwas Harn, der dem des letzten Versuchstages beigefügt wurde.

Der Dickdarm, der mit Koth gefüllt war, wurde sorgfältig geleert, und lieferte so die in Tabelle VIII am letzten Tage angegebene Kothmenge.

Hiezu muss ich noch bemerken, dass irgend eine krankhafte Veränderung nicht wahrgenommen werden konnte. Sämmtliche Organe zeigten normales Aussehen und einen guten Ernährungszustand. Mesenterium und Nierenkapseln waren fettreich, ebenso das subcutane Gewebe. Magen und Dünndarm waren fast leer; der spärliche Inhalt reagirte an verschiedenen Stellen neutral.

Die nach bekannten Methoden und mit Controlbestimmungen unternommenen Analysen für beide Hunde, den Salzhungerhund **A**, und den normalen Hund **B**, geben die Zahlen, welche ich in Folgendem zusammenstelle:

A. Hund, nach 26tägigem Salzhunger.

1.

100 Grm. frisch	Wasser	feste Bestandtheile	Aetherextrakt	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Eisen	Chlor	Kalium	Natrium
Gehirn	73.4	26.6	11.96	1.84	1.69	0.94	0.007	—	—	—
Muskel	71.2	28.8	4.85	3.68	1.17	0.19	0.014	—	—	—
Blut	75.2	24.8	0.11	3.79	0.95	0.12	0.049	0.22	0.033	0.285
Leber	68.6	31.4	1.85	3.21	1.47	0.73	0.035	—	—	—
Herz	74.7	25.3	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieren	77.7	22.3	—	—	—	—	—	—	—	—
Blutserum	90.04	9.96	—	1.39	0.85	0.05	0.001	0.37	0.80	Alkalien m. Chlor.
Galle	76.7	23.3	—	—	1.96	—	—	—	—	—

B. Hund, nach vollständiger Nahrung.

1.

100 Grm. frisch	Wasser	feste Bestandtheile	Aetherextrakt	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Eisen	Chlor	Kalium	Natrium
Gehirn	76.15	23.85	11.34	1.93	1.58	0.83	0.007	—	—	—
Muskel	73.9	26.1	4.3	3.43	1.13	0.48	0.017	—	—	—
Blut	77.8[1])	22.2[1])	—	3.22	1.26	0.18	0.045	0.28[2])	0.0284[2])	0.278[2])

1) Nach Fr. Hofmann, in V. Subbotin's Mittheilung über den Einfluss der Nahrung auf den Hämaglobingehalt des Blutes, Zeitschr. f. Biol. Bd. VII, S. 191.

2) Nach Jarisch, Anorg. Bestandth. d. Hundeblutes, Wiener med. Jahrb. 1871.

A.

Hund, nach 26tägigem Salzhunger.

2.

100 Grm. trocken	Aether-extrakt	Stick-stoff	Asche	Phos-phor-säure	Eisen	Chlor	Kalium	Natrium
Gehirn . . .	45.0	6.93	6.35	3.54	0.028	—	—	—
Muskel . . .	16.83	12.79	4.08	1.71	0.042	—	—	—
Blut	0.44	15.30	3.83	0.50	0.210	0.87	0.133	1.150
Leber . . .	5.90	10.21	4.67	2.33	0.105	—	—	—
Cruor . . .	0.35	15.14	3.68	—	—	0.80	—	—
Serum . . .	—	13.98	8.50	0.54	0.007	2.75	8.04	Alkalien mit Chlor.
Galle . . .	—	—	8.44	—	—	—	—	—

3.

Organ	Auf 1 Stickstoff treffen:				Auf 1 Asche trifft:
	Asche	Phosphorsäure	Eisen	Chlor	Stickstoff
Muskel . . .	0.32	0.134	0.0033	—	3.12
Blut	0.25	0.027	0.0137	0.057	4.00

4.

	in 100 Asche von		
	Muskel	Blut	Gehirn
Phosphorsäure	41.91	13.05	55.75
Eisen . . .	1.03	5.48	0.44
Chlor . . .	—	23.15	—
Kalium . . .	—	3.47	—
Natrium . .	—	30.02	—

B.

Hund, nach vollständiger Nahrung.

2.

100 Grm. trocken	Aether-extrakt	Stick-stoff	Asche	Phos-phor-säure	Eisen	Chlor	Kalium	Natrium
Gehirn . . .	47.55	8.09	6.61	3.49	0.031	—	—	—
Muskel . . .	16.49	13.15	4.33	1.84	0.066	—	—	—
Blut	—	14.53	5.70	0.596	0.202	1.26[1])	0.128[1])	1.252[1])

3.

Organ	Auf 1 Stickstoff treffen:				Auf 1 Asche trifft:
	Asche	Phosphorsäure	Eisen	Chlor	Stickstoff
Muskel . . .	0.33	0.140	0.0050	—	3.03
Blut	0.39	0.041	0.0139	0.867	2.55

4.

	in 100 Asche von		
	Muskel	Blut[1])	Gehirn
Phosphorsäure	42.5	12.36	52.8
Eisen . . .	1.52	7.47	0.48
Chlor . . .	—	31.48	—
Kalium . . .	—	3.18	—
Natrium . .	—	31.17	—

1) Nach Jarisch's Analyse berechnet.

Das Gewicht des Thieres betrug am Ende des Versuches 27 Kilogramm. Es enthielt demnach — bei $\frac{1}{13}$ des Körpergewichtes (Welcker) — 2077 Grm. frisches und 515.1 Grm. trockenes Blut, sodann — bei 45 % des Körpergewichtes (Voit[1]) — 12.15 Kilogramm frischen und 3499 Grm. trockenen Muskel, und endlich 108.5 Grm. frisches und 28.86 Grm. trockenes Gehirn — $\frac{1}{249}$ des Körpergewichtes nach der von mir unternommenen Wägung. Berechne ich das erhaltene Trockengewicht dieser Organe auf den Wassergehalt der Organe, die ich von dem normalen Hunde gewonnen, und multiplicire ich mit den entsprechenden Bruchzahlen des Körpergewichtes, so erhalte ich

2.32 Kilo Blut = 30.1 Kilo Körpergewicht;
13.41 „ Muskel = 29.8 „ „
0.121 „ Gehirn = 30.1 „ „

Für diese Gewichte — also das gleiche Trockengewicht — erhalte ich nun nach obigen Analysen, 2, A und B, nachstehende Zahlen, welche den Verlust an Salzen ausdrücken, den das Versuchsthier beim Salzhunger erlitten.

5.

	Körper-Gewicht in Kilo	fr. Organ-Gewicht in Kilo	feste Bestandtheile in Grm.	Asche in Grm.	Phosphorsäure in Grm.	Chlor in Grm.
Blut	27 0	2.077	515.1	19.7	2.5	4.48
	30.1	2.32	515.1	28.1	8.0	6.49
		— 0.24		— 8.4	— 0.5	— 2.01
Muskel	27.0	12.15	3499	142.1	59.5	—
	29.8	13.41	3499	151.5	64.3	
		— 1.26		— 9.4	— 4.8	
Gehirn	27.0	0.108	28.86	1.82	1.02	—
	30.1	0.121	28.66	1.91	1.01	
		— 0.013		— 0.09	+ 0.01	

1) Diese Zeitschrift IV, 131.

[illegible]

	Verlust in [illegible] des Organgewichtes	Verlust in [illegible] der Salze		
	Wasser	Asche	Phosphorsäure	Chlor
Blut	21.8	25.5	[illegible]	[illegible]
Muskeln	5.4	5.2	[illegible]	
Gehirn	21.7	4.7	-	

Ausser der Darlegung des procentischen Aschen- und Phosphorsäureverlustes, welche einzelne Organe erfahren, bin ich nur für die Phosphorsäure wenigstens im Stande zu zeigen, in welchem Verhältnisse sich die verschiedenen Organe an demselben betheiligen.

Während der ganzen Versuchszeit hatte der Körper des Thieres um 30.7 Grm. Stickstoff und 32.8 Grm. Phosphorsäure abgenommen. Die 30.7 Grm. Stickstoff entsprechende Menge der Phosphorsäure muss von der obigen Grösse abgezogen werden, da diese Zahl wohl eine Verarmung des Körpers an Substanz, aber keine Verarmung der Körpersubstanz an Phosphorsäure repräsentirt. Die entsprechende Zahl ist, die Muskelfleischanalysen meines Versuchsthieres zu Grunde gelegt, 6.8 Grm.[1]. Die Verarmung an Phosphorsäure für den ganzen Körper beträgt sonach 26.0 Grm. An diesem Verluste betheiligen sich die einzelnen Organe nun folgendermassen:

Blut mit 0.5 Grm. oder 1.9 %;
Muskel mit 4.8 Grm. oder 18.5 %;

hienach lässt sich berechnen:

die übrigen Weichtheile[2]) mit 3.3 Grm. oder 12.7 %;
Knochen[3]) mit 17.3 Grm. oder 66.5 %.

---

1) Nach Tabelle A, 2 entsprechen im Muskel 12.70 Stickstoff 1.71 Phosphorsäure.

2) Nach Voit (diese Zeitschr. II, 358) betragen diese noch 34.5 % des Körpergewichtes. Da es sich für diese Theile nur um eine annähernde Berechnung handelt, so nehme ich hier den Wasser- und Phosphorsäure-Gehalt des Hundemuskels als Grundlage und erhalte so für den Versuchshund mit 27 Kilo Gewicht 9.3 Kilo Weichtheile mit 44.6 Grm. Phosphorsäure. Diese betheiligen sich, s. Tabelle II, als Muskel gesetzt, mit 7.5 % an dem Verluste, also mit 3.3 Grm. Der Rest des Verlustes trifft natürlich auf die Knochen.

3) Ueber die Gründe, warum ich eine Analyse der Knochen nicht ausführte, s. u. S. 370.

Bei der Vergleichung der Tabellen 1, A und B erscheint das anfänglich auffallende Verhältniss, dass in den meisten Organen des Versuchshundes die procentische Menge der Asche und Aschebestandtheile grösser ist als in den gleichen Organen des Normalhundes. Gleichzeitig sehen wir jedoch, dass der Wassergehalt der letzteren erheblich höher ist als der der ersteren. Es stellt sich heraus, s. Tabelle 6, dass beim Salzhunger das Versuchsthier ungefähr 10 Procent seines Wassergehaltes verloren hat, ein Verlust, welcher nunmehr das allmählige Sinken des Körpergewichtes während des Versuches trotz der nur unbeträchtlichen Eiweissabgabe erklärt. Die Gründe dieses nicht unbedeutenden Verlustes an Wasser bei dem Aschehunger müssen durch weitere Versuche erforscht werden; ich halte die Thatsache aber für wichtig; vielleicht wird durch den geringeren Wassergehalt d. h. durch Concentration der geringere Salzgehalt etwas auszugleichen gesucht.

Ich habe nun in den Tabellen 2, A und B die Resultate der Analysen für 100 Grm. trockenes Organ niedergelegt, welche allein zur Vergleichung dienen können. Ich bemerke vorher noch, dass die Bestandtheile des Muskels, dessen Aetherextrakt nicht aschehaltig ist, nicht allein für die wasser-, sondern auch fett-freie Substanz berechnet werden sollten, da der Fettgehalt der Muskeln bei verschiedenen Thieren nach der Art ihrer Ernährung etc. grosse Schwankungen zeigen kann. Für den sorgfältig gereinigten, trockenen Hundemuskel hat sich jedoch aus einer Reihe von durch Fr. Hofmann und mich ausgeführten Analysen gleichmässig etwa 16 Procent Aetherextrakt ergeben.

Aus den Tabellen 2 ersieht man nun, dass die untersuchten Organe, namentlich aber Muskel und Blut nicht nur in ihrem Gehalte an Gesammtasche, sondern auch der einzelnen Aschebestandtheile abgenommen haben, während die Menge des Stickstoffes nicht verringert ist.

Um dies auf's deutlichste zu zeigen, habe ich in den Tabellen 3, für Blut und Muskel das Verhältniss des Stickstoffes zu Asche und Phosphorsäure, sowie der Asche zum Stickstoffe dargelegt.

Die Tabellen 4 zeigen, dass das Verhältniss der einzelnen

Aschebestandtheile zu einander, d. h. die Salzmischung in den verschiedenen Organen sich keineswegs geändert hat.

In Tabelle 5 und 6 ist die Grösse des Verlustes an Asche und Phosphorsäure für die erwähnten Organe (und an Chlor für das Blut) berechnet. Es ergibt sich, wie erwartet, dass die einzelnen Organe nicht, wie beim Wasser, in gleichem Maasse an dem Verluste theilnehmen; die Abnahme ist im Blute am grössten, etwas niedriger stellt sie sich im Muskel.

Es liegt auf der Hand, dass in derselben Weise, wie die hier untersuchten Organe, auch die übrigen Körpertheile an ihren Aschebestandtheilen verarmten. Ich will zur näheren Beleuchtung nur darauf hinweisen, dass z. B. die Menge der in Tabelle 5 angegebenen, vom Körper abgegebenen Phosphorsäure noch lange nicht den wirklichen Verlust deckt, dass also ausser Blut und Muskel die anderen Körperprovinzen ebenfalls an dem Verluste Theil nahmen.

Natürlicherweise ist dies auch für die Knochen gültig. Weiske[1]) meint zwar, dass die Darreichung eines phosphorsäurearmen Futters, bei welchem der Körper Phosphorsäure verliert, ohne Einfluss auf die Zusammensetzung der Knochen bleibe. Ich glaube aber, dass dies aus seinen Zahlen nicht zu schliessen ist, da der von ihm für den ganzen Körper gefundene Phosphorsäureverlust ein viel zu geringer ist, um eine durch die chemische Analyse erkennbare Veränderung der Knochen hervorzurufen.

Das Körpergewicht der 6—7jährigen Ziege, die Weiske verwendete, ist nicht angegeben. Ich nehme daher dasselbe, ziemlich unter dem Mittelgewichte dieser Thiere, zu 25 Kilogramm an, wovon ich 12 %, also 3 Kilogramm, als Knochen setze. Den Wassergehalt der Knochen nehme ich zu 33 %; der Fettgehalt des trocknen Knochens ist zu 20 % angegeben. Nach Weiske's Analyse enthalten 100 wasser- und fettfreie Knochen 26.73 Phosphorsäure, 100 frische also 13.4 % Fett und 14.33 % Phosphorsäure, oder die Gesammtknochen des Thieres zu 3 Kilogramm 429.9 Grm. Phosphorsäure.

Wie Weiske berechnet, hatte seine Ziege 10.08 Grm. Phos-

1) „Ueber den Einfluss von kalk- und phosphorsäurearmer Nahrung etc." Zeitschr. f. Biol., Bd. VII, S. 179.

phorsäure von ihrem Körper verloren. Betheiligen sich nun an diesem Verluste die Knochen in dem Maasse, wie es sich aus meinen Analysen ergibt, d. h. mit 66.5 Procent, so sind dieselben um 6.67 Grm. Phosphorsäure ärmer geworden; sie enthalten also jetzt 423.2 Grm. oder 14.11 %. Dies macht für den wasser- und fettfreien Knochen 26.32 Procent, oder eine Verminderung des procentischen Phosphorsäuregehaltes um 0.41. Diese Zahl aber fällt nicht allein in die Schwankungen des procentischen Phosphorsäuregehaltes der Knochen verschiedener Individuen derselben Art, sondern sogar, wie aus Weiske's Angaben hervorgeht, der Knochen von verschiedenen Stellen desselben Thieres. Weiske[1]) erhält nämlich für 100 Grm. wasser- und fettfreier Knochen von der Ziege folgende Phosphorsäuremengen:

bei normalem Futter	bei phosphorsäurearmem Futter	bei kalkarmem Futter	
os metacarpi dxtr.	os metacarpi dxtr.	os met. d.	os met. sin.
26.73 Grm.	27.10 Grm.	28.01 Grm.	27.56 Grm.

Offenbar lässt sich bei einer Schwankung des Phosphorsäuregehaltes, die bis zu 1.26 % geht, der Einfluss eines Verlustes nicht erkennen, welcher nur eine Veränderung von 0.41 % bewirkt.

Bei der Möglichkeit solcher Schwankungen trotz der grössten Sorgfalt in der Methode ist es aber auch klar, warum ich die Knochenanalysen bei meinen Hunden unterlassen habe.

Die Auseinandersetzungen, welche ich an die Betrachtung der Phosphorsäure- und Chlor-Ausscheidung beim Salzhunger geknüpft, haben somit durch die Organanalysen nach allen Richtungen hin volle Bestätigung erfahren.

Man erkennt, dass das Leben noch möglich ist, wenn auch die Organe einen Theil ihrer constituirenden Asche eingebüsst haben, und dass der Gehalt an Asche in gewissen Grenzen schwanken darf; aber sobald der Verlust über eine gewisse Grenze hinausgeht, und diese ist von dem normalen Gehalte nicht weit abliegend, sind die normalen Funktionen der Organe so wenig mehr möglich als bei einem grossen Verluste an Eiweiss oder Wasser.

---

1) a. a. O. S. 334.

Es erübrigt nun zu forschen, in wie weit die Resultate meiner Versuche verwerthet werden können, um Aufschluss über die erforderliche Grösse der Salzzufuhr zu erhalten. Ich gelange sonach zu der Endfrage:

Welches ist die nothwendige Menge der Nährsalze?

Diese Frage kann offenbar durch meine vorliegenden Versuche nicht sicher entschieden werden; doch finde ich in meinen bisherigen Untersuchungen gewichtige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der nöthigen Salzzufuhr.

Durch die Beobachtungen, welche ich bei den Salzhungerversuchen machte, konnte festgestellt werden, dass von den bei den Zersetzungen im Körper verfügbar gewordenen Salzen Antheile durch die in das Blut und die Säfte gelangenden salzarmen Nahrungsstoffe daselbst zurückgehalten und so wiederholt verwendet werden können.

Daraus geht hervor, dass die Zufuhr der Nährsalze oder derjenigen Salze in der Nahrung, welche einen Salzverlust vom Körper zu verhindern haben, eine geringere sein kann, als sie der bisherigen Annahme entspricht[1]). Man gibt sich für gewöhnlich über die Quantität der nöthigen

1) Bunge („Ueber die Bedeutung des Kochsalzes etc." Zeitschr. f. Biol. IX, 104 u. ff.) fand, dass die Kalisalze dem Organismus Kochsalz entziehen, und glaubte aus diesem Umstande das Kochsalzbedürfniss der Pflanzenfresser erklären zu müssen, da in deren Nahrung der Kaligehalt den Natrongehalt weit überwiegt. Demnach wäre das Kochsalz in ziemlich weitem Umfange als Nährsalz zu betrachten.

So lange viel freies Chlornatrium sich in den Körpersäften befindet, wie dies beim Menschen fast immer der Fall ist, kann bei einer einmaligen Gabe von Kalisalzen allerdings eine grössere Menge von Natrium und Chlor in den Ausscheidungen erscheinen, wie Bunge dies auch experimentell darthat; allein sicherlich ist dies nicht zu erwarten bei einer längere Zeit fortgesetzten Darreichung von Kalisalzen. Dies geht sowohl aus Kemmerich's (a. a. O.) als namentlich aus meinen Versuchen hervor. Wie ersterer, so habe auch ich, obwohl mehrere Wochen hindurch keine Spur von Chlor oder Natron, sondern nur Kalisalze in den Fleischrückständen gefüttert wurden, dennoch nur um Weniges geringere Natron- und Chlormengen im Blute gefunden (s. S. 364) als normal vorhanden sind, ebenso wie auch (Tab. II u. VII) die Chlorausscheidung fast völlig unterdrückt war. Es ist überdiess zu bemerken, dass auch nicht alle Pflanzenfresser die angegebene Kochsalzbegierde zeigen und dass die meisten

Aschebestandtheile argen Täuschungen hin, da man nicht bedenkt, dass durch die häufige Aufnahme von Nahrung auch bei einem procentisch sehr geringen Gehalte an einem Aschebestandtheile doch im Ganzen mehr wie genug eingeführt werden kann. Es wird nicht leicht vorkommen, dass ein Gemenge von Nahrungsstoffen, wie sie für gewöhnlich zur Verfügung stehen, sobald sie nur den Bestand des Körpers an Eiweiss und Fett erhalten, nicht genügend Aschebestandtheile einschliesst. Fleischrückstände, Fett, Stärkemehl und destillirtes Wasser enthalten allerdings eine ungenügende Menge der Salze; aber wenn man zu Futter, das nicht genügend Eiweiss enthält, desshalb Albuminate z. B. Fleischrückstände zufügt, so ist der Zusatz von Aschebestandtheilen meist nicht nöthig. Ein Chemiker, der durch seine Analyse erfährt, dass das Muskelfleisch nur 0.11 % Kochsalz enthält, könnte dadurch leicht zu dem Schlusse kommen, dass das nicht genügend sei, um den Organismus auf seinem normalen Kochsalzgehalte zu erhalten, während doch der Fleischfresser auf die Dauer damit ausreicht. Oder er könnte meinen, da in der Milch nur Spuren von Eisen sich nachweisen lassen, dass mit ihr kein Blut sich bilden könnte, und dass man daher derselben noch Eisen zufügen müsse; und doch zweifelt Niemand, dass die Milch für den Menschen in den ersten Lebensjahren, wo er wohl am meisten an seiner Blutmasse zunimmt, eine völlige Nahrung ist.

Die erforderliche Grösse der Nährsalzzufuhr für den gegebenen Fall in Zahlen auszudrücken, muss die Aufgabe weiterer Experimente sein. Erst dann, wenn die Frage nach der nöthigen Menge der Nährsalze ihre Erledigung gefunden, ist es ermöglicht, mit Erfolg nach der Bedeutung jener Salze zu forschen, welche, wie z. B. ein Theil des Kochsalzes, ohne mit der Körpersubstanz in Verbindung zu treten, nach der allgemeinen Anschauung und Erfahrung verschiedene Wirkungen auf den Organismus äussern, und welche unter dem Namen von Genussmitteln allgemein gesucht, verbraucht und absolut nothwendig sind.

Pflanzenfresser während ihres ganzen Lebens kein Kochsalz zu ihrer Nahrung zugesetzt bekommen. Wäre die Annahme von Bunge richtig, so müssten die Organe und Säfte dieser Pflanzenfresser kein Natron mehr enthalten, was doch nicht der Fall ist.

Versuchsresultate.

A. Erster Versuch am Hunde.

I. Einnahmen.

Versuchstag	Körper-Gewicht in Kilo	Fleischrückstände bei 100° trocken in Gr.	Fett in Grm.	Kohlehydrate in Grm.	Stickstoff in Grm.	Phosphorsäure in Grm.
1.	25.98	161.5	150	—	23,3	0,88
2.	25.63	161.5	150	—	23,3	0,88
3.	—	161.5	120	40 Zucker	23,3	0,88
4.	—	161.5	40	etwas Stärke und Zucker	23,3	0,88
5.	—	161.5	—	—	23,3	0,88
6.	—	161.5	—	100 Zucker u. 100 Stärke	23,3	0,88
7.	—	161.5	40	etwas Stärke und Zucker	23,3	0,88
8.	—	161.5	100	—	23,3	0,88
9.	26.36	133.0	80	—	19,2	0,73
10.	—	—	10	—	2,8	0,10
11.	—	133.0	—	—	19,2	0,73
12.	—	—	—	60 Zucker	—	
13.	27.06	9.5	—	etwas Stärke	1,4	0,05
14.	—	—	—	—	—	-
15.	26.25	—	—	20 Zucker	—	
16.	—	47.5	—	—	6,9	0,26
17.	—	47.5	—	—	6,9	0,26
18.	23.92	95.0	50	—	13,7	0,52
19.	—	169.1	110	—	24,4	0,93
20.	23.98	155.8	100	—	22,5	0,85
21.	24.00	155.8	100	—	22,5	0,85
22.	—	184.3	115	—	26,6	1,01
23.	—	171.0	112	—	24,7	0,94
24.	—	171.0	185	—	24,7	0,94
25.	—	19.0	20	—	2,8	0,10
26.	—	76.0	60	—	11,0	0,42
27.	—	76.0	60	—	11,0	0,42
28.	23.80	162.0	120		23,4	0,80
29.	—	152.1	188	.	22,0	0,88
30.	—	159.3	188	—	23,0	0,87
31.	—	149.4	188	—	21,6	0,82
32.	—	41.0	40	—	5,9	0,22
33.	—	72.0	70		10,4	0,39
34.	22.87	66.5	60	—	9,6	0,36

Versuchstag	Körper-Gewicht in Kilo	Fleischrückstände b. 100° trocken in Gr.	Fett in Grm.	Kohlehydrate in Grm.	Stickstoff in Grm.	Phosphorsäure in Grm.
35.	22.70	101.0	60	—	14.6	0.55
36.	22.37	27.2[1])	20	—	3.9	0.15
37.	—	81.0[2])	70	—	11.7	0.44
38.	—	81.0[2])	70	—	11.7	0.44
39.	—	101.0[2])	90	—	14.6	0.55

II. Ausgaben im Harne.

Versuchstag	Harnmenge in Cc.	Stickstoff in Grm.	Chlornatrium in Grm.	Phosphorsäure in Grm.	Schwefelsäure im Harn in Grm.	Schwefelsäure in der Harnasche Gr.	Koth trocken	Phosphorsäure in Harn und Koth	Phosphorsäure Differenz zwischen Einnahme u. Ausgabe
1.	330	(1.52%)	—	(0.25%)	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.	510	19.71	—	0.77	—	—	—	0.92	+ 0.04
4.	585	23.09	—	1.38	—	—	—	1.53	0.65
5.	530	21.15	—	1.15	—	—	27.9	1.30	0.52
6.	435	14.79	—	0.86	—	—	—	1.19	0.31
7.	512	19.35	—	1.02	—	—	—	1.35	0.47
8.	584	24.04	—	1.27	—	—	—	1.60	0.72
9.	505	20.19	—	1.00	—	—	49.4	1.33	0.60
10.	305	10.25	—	0.86	—	—	—	1.26	1.16
11.	495	20.79	—	1.08	—	—	—	1.48	0.75
12.	315	11.64	—	0.80	—	—	—	1.20	1.20
13.	200	6.55	—	0.68	—	—	—	1.08	1.03
14	305	9.78	—	1.65	—	—	74.4	2.05	2.05
15.	225	6.43	—	1.18	0.76	—	—	1.38	1.38
16.	215	6.59	—	0.94	—	—	—	1.14	0.83
17.	325	10.96	—	1.12	—	—	—	1.32	1.06
18.	310	13.28	—	1.10	—	—	—	1.30	0.78
19.	362	15.65	—	0.72	—	—	—	0.92	— 0.01
20.	490	19.34	—	0.78	—	—	—	0.98	+ 0.13
21.	490	18.68	—	0.73	—	—	—	0.93	+ 0.08
22.	450	18.94	—	0.60	1.35	—	—	0.80	— 0.21

1) Hiezu 5 Grm. Chlornatrium.

2) Hiezu 24 Grm. Fleischextrakt mit je 2.4 Grm. Stickstoff und 1.77 Grm. Phosphorsäure.

Versuchstag	Harnmenge in Cc	Stickstoff in Grm.	Chlornatrium in Grm.	Phosphorsäure in Grm.	Schwefelsäure im Harn in Grm.	Schwefelsäure in der Harnasche Gr.	Koth trocken	Phosphorsäure in Harn und Koth	Phosphorsäure Differenz zwischen Einnahme u. Ausgabe
23.	643	25.71	—	0.98	—	—	—	1.18	+ 0.24
24.	675	23.47	0.087	0.66	—	—	51.7	0.86	— 0.08
25.	350	12.85	—	1.00	—	—	—	1.45	+ 1.35
26.	350	11.47	—	0.75	—	—	—	1.20	0.78
27.	310	10.96	— [1]	0.54	—	—	—	0.99	0.57
28.	355	12.97	— [1]	0.53	—	—	—	0.98	0.09
29.	540	20.68	0.038	0.88	—	—	—	1.33	0.50
30.	710	23.91	—	1.26	2.06	3.46	—	1.71	0.84
31.	550	20.51	—	1.48	—	—	132.5	1.93	1.11
32.	535	19.77	—	0.87	—	—	—	1.16	0.94
33.	395	16.39	—	0.63	—	—	—	0.92	0.53
34.	500	17.38	—	0.72	—	—	—	1.01	0.65
35.	505	15.86	0.071	1.46	—	—	44.1	1.75	1.20
36.	395	15.19	0.066	0.96	—	—	—	1.47	1.32
37.	330	14.00	—	1.97	—	—	—	2.48	0.27
38.	425	17.56	—	1.98	—	—	39.2	2.49	0.28
39.	470	18.59	—	1.74	—	2.57	—	2.25	— 0.07

III. Koth.

Versuchstag	frischer Koth	bei 100° trocken	Stickstoff	Phosphorsäure	Asche
5.	68.4	27.9	2.04	0.76	4.58
9.	114.1	49.4	3.61	1.34	8.12
14.	191.9	74.4	5.44	2.02	12.23
24.	116.0	51.7	3.41	1.99	11.31
31.	359.0	132.5	10.00	3.13	16.36
35.	183.0	44.1	3.18	1.18	5.28
38.	137.0	39.2	2.66	1.52	5.22

[1]) Unwägbare Spuren.

IV. Koth.

Versuchstag	Prozent Wasser	Prozent im trockenen Kothe			
		Stickstoff	Eisen	Phosphorsäure	Asche
5.	59.2	7.32	0.72	2.72	16.44
9.	56.7	7.32	0.72	2.72	16 44
14.	64.8	7.32	0.72	2.72	16.44
24.	55.5	6.59	1.41	3.86	21.89
31.	63.1	7.55	0.97	2.36	12.35
35.	75.9	7.21	0.67	2.68	11.97
38.	71.4	6.79	0.76	3.83	13.32

V. Verhalten des Eisens bei Salzhunger.

Versuchstag	verzehrte Fleischrückstände	Eisen in denselben	Eisen im Koth	+ Eisen in den Ausgaben
1.— 5.	807.5	0.186	0.203	0.017
6 — 9.	617.5	0.142	0.357	0.215
10.—14.	161.5	0.037	0.532	0.495
15.—24.	1197.0	0.275	0.623	0.348
25.—31.	793.8	0.182	1.281	1.099
32.—35.	280.5	0.064	0.294	0.230
36.—38.	189.2	0.043	0.301	0.258

Auf 1 Tag der jeweiligen Kothausgaben berechnet:

Fleischrückstände aufgenommen	Eisen vom Körper verloren
161.5	0.003
154.4	0.054
32.3	0.095
197 0	0.035
113.4	0.157
70.1	0.057
63.1	0.086

Gesammteinnahme in 38 Tagen: 0.93 Grm. Eisen.
Gesammtausgabe „ „ „ 3.59 „ „

Eisenverlust: 2.66 Grm.

B. Zweiter Versuch am Hunde.

VI. Einnahmen.

Versuchstag	Körpergewicht in Kilo	Fleischrückstände bei 100° trocken	Fett in Grm.	Stärke in Grm.	Stickstoff in Grm.	Phosphorsäure in Grm.
1.	32.0	191.0	200	—	27.59	1.05
2.	31.5	191.0	200	—	27.59	1.05
3.	31.6	191.0	200	—	27.59	1.05
4.	—	96.0	100	—	13.87	0.52
5.	—	191.0	200	—	27.59	1.05
6.	—	191.0	100	100	27.59	1.05
7.	31.1	191.0	100	100	27.59	1.05
8.	—	191.0	100	100	27.59	1.05
9.	—	191.0	150	—	27.59	1.05
10.	—	—	—	—	—	—
11.	—	186.6	50	—	26.95	1.02
12.	30.0	186.6	50	—	26.95	1.02
13.	—	186.6	100	—	26.95	1.02
14.	—	186.6	100	—	26.95	1.02
15.	—	186.6	100	—	26.95	1.02
16.	—	186.6	100	—	26.95	1.02
17.	30.3	186.6	100	80	26.95	1.02
18.	—	186.6	100	100	26.95	1.02
19.	—	186.6	100	100	26.95	1.02
20.	29.8	144.2	77	74	20.83	0.79
21.	—	57.8	31	30	8.35	0.32
22.	28.8	185.0	98	100	26.72	1.01
23.	—	186.6	100	100	26.95	1.02
24.	27.6	115.8	83	79	16.73	0 63
25.	—	55.8	40	38	8.06	0.30
26.	27.0	57.0	38	29	8.23	0.31

VII. Ausgaben im Harne.

Versuchstag	Harnmenge in Cc.	Stickstoff	Kynurensäure	Kochsalz	Phosphorsäure	Phosphorsäure an Alkalien	Phosphorsäure an Erden	Phosphorsäure in Harn u. Koth
1.	690	22.81	—	5.05	2.05	1.67	0.38	2.68
2.	405	15.30	—	0.34	1.24	0.55	0.69	1.87
3.	735	30.14	—	0.62	1.49	1.10	0.39	1.97
4.	950	23.24	—	0.09	2.41	1.93	0.48	2.89
5.	490	15.69	—	0.18	1.17	0.90	0.27	1.41
6.	910	30.00	—	0.29	2.31	1.80	0.51	2.55

Versuchstag	Harnmenge in Cc.	Stickstoff	Kynurensäure	Kochsalz	Phosphorsäure	Phosphorsäure an Alkalien	Phosphorsäure an Erden	Phosphorsäure in Harn u. Koth
7.	845	33.17	—	0.34	2.58	2.29	0.29	2.82
8.	665	27.36	—	0.07	1.83	1.57	0.26	2.07
9.	730	28.53	—	0.08	1.96	1.52	0.44	2.20
10.	530	21.28	—	—[1]	1.88	1.51	0.37	2.99
11.	500	17.91	—	0.01	1.70	1.23	0.47	2.81
12.	790	22.18	—	0.02	1.60	1.26	0.34	2.07
13.	1315	28.39	—	—[1]	1.72	1.39	0.33	2.19
14.	1150	23.00	—	0.04	1.08	1.06	0.02	1.55
15.	1370	22.62	—	0.01	1.29	1.15	0.14	1.76
16.	1425	24.27	—	—[1]	1.39	1.11	0.28	1.86
17.	1550	32.39	—	0.07	1.80	1.61	0.19	2.27
18.	860	22.64	0.78	—[1]	1.34	1.12	0.22	1.75
19.	885	26.87	—	—[1]	1.77	1.54	0.23	2.18
20.	810	24.22	1.13	—[1]	1.67	1.41	0.26	2.08
21.	560	17.00	—	—[1]	1.22	0.96	0.26	1.68
22.	625	18.97	0.91	—[1]	2.04	1.70	0.34	2.45
23.	635	20.35	—	—[1]	1.61	1.26	0.35	2.02
24.	630	19.65	0.83	—[1]	1.23	1.09	0.14	1.63
25.	555	15.84	—	0.04	1.37	1.12	0.25	1.76
26.	575	14.39	—	0.04	1.42	1.19	0.23	1.81

VIII. Koth.

Versuchstag	frischer Koth	bei 100° trocken	Stickstoff	Fett	Eisen	Phosphorsäure	Asche
2.	85.4	29.6	1.89	5.33	0.20	1.27	6.65
4.	126.0	49.5	3.20	6.19	0.65	0.96	12.53
9.	112.5	46.5	3.06	6.90	0.43	1.20	8.69
11.	246.5	85.3	6.53	17.65	0.33	2.23	11.01
17.	436.9	133.0	9.44	18.38	0.31	2.81	13.22
23.	622.3	223.3	12.17	20.23	0.28	2.48	10.49
24.	128.2	33.7	2.27	3.12	0.08	0.40	1.51
26.	161.7	48.4	3.50	6.43	0.08	0.78	3.16

1) Unwägbare Spuren in 100—200 Cc. Harn.

IX. Koth.

Versuchstag	Prozent Wasser	Prozent im trockenen Koth:				
		Stickstoff	Fett	Eisen	Phosphorsäure	Asche
2.	65.4	6.38	18.00	0.67	4.28	22.47
4.	60.7	6.46	12.50	1.32	1.94	25.32
9.	58.7	6.59	14.85	0.93	2.58	18.69
11.	65.4	7.66	20.69	0.38	2.62	12.91
17.	69.6	7.10	13.82	0.23	2.11	9.94
23.	64.1	5.45	9.06	0.13	1.11	4.70
24.	73.7	6.75	9.26	0.10	1.19	4.49
26.	70.1	7.24	13.29	0.17	1.61	6.52

X. Erbrochenes.

Versuchstag	Menge bei 100° trocken	Chlor	Prozent Chlor	Zeit des Erbrechens nach der Nahrungsaufnahme in Stunden
4.	196.8	0.21	0.11	8
9.	13.0	0.17	1.32	etwa 20
20.	86.8	0.18	0.21	etwa 10
21.	263.6	0.24	0.09	8
22.	4.2	0.04	0.87	etwa 22
24.	58.0	0.27	0.47	etwa 16
25.	201.6	0.13	0.07	2
26.	265.2	0.01	0.08	5

XI. Verhalten des Eisens beim Salzhunger.

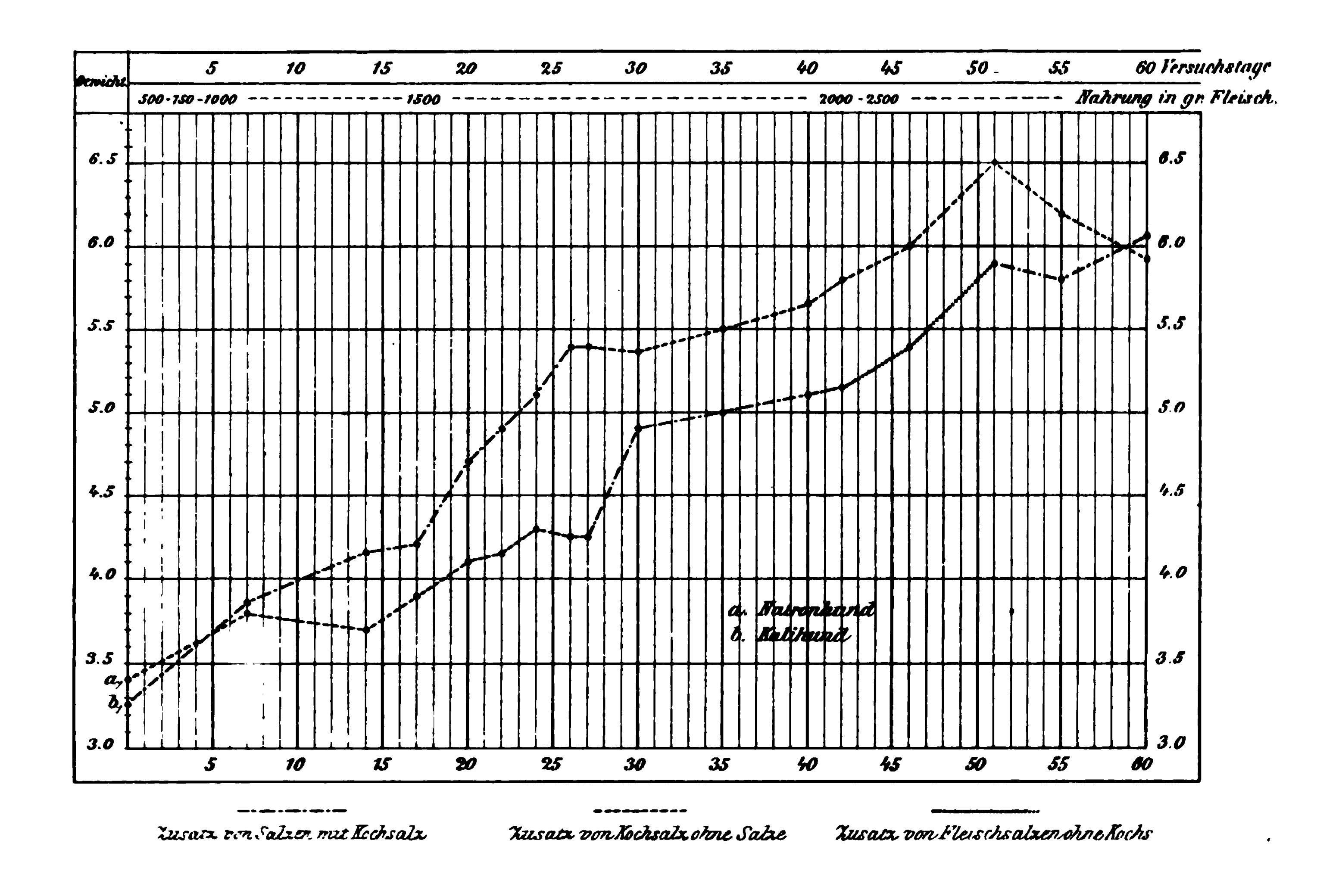
Versuchstage	verzehrte Fleischrückstände	Eisen in denselben	Eisen im Kothe	+ Eisen in den Ausgaben
1.— 2.	882.0	0.088	0.196	0.108
3.— 4.	287.0	0.066	0.651	0.585
5.— 9.	955.0	0.220	0.434	0.214
10.—11.	186.6	0.043	0.329	0.286
12.—17.	1119.6	0.257	0.308	0.051
18.—23.	946.8	0.218	0.280	0.062
23.—24.	115.8	0.027	0.035	0.008
25.—26.	112.8	0.026	0.084	0.058

Auf 1 Tag der jeweiligen Kothausgabe berechnet:

Fleischrückstände aufgenommen	Eisen vom Körper verloren
191.0	0.054
143.5	0.292
191.0	0.043
93.3	0.143
186.6	0.008
157.8	0.010
115.8	0.008
56.4	0.029

Gesammteinnahme in 26 Tagen: 0.94 Grm. Eisen;
Gesammtausgabe " " " 2.32 " "

Eisenverlust 1.38 Grm.



Gewicht
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 Versuchstage
500-750-1000 1500 2000-2500 Nahrung in gr. Fleisch.
6.5 6.0 5.5 5.0 4.5 4.0 3.5 3.0
a. Natronhund
b. Kalihund
Zusatz von Salzen mit Kochsalz
Zusatz von Kochsalz ohne Salze
Zusatz von Fleischsalzen ohne Kochs

Beiträge zur Ernährungsfrage.

Von

Dr. J. Forster,

Assistent am physiolog. Institute zu München

Ueber die Grösse des menschlichen Nahrungsbedürfnisses liegen eine Reihe von Angaben vor, die neben dem allgemeinen, physiologischen Interesse meist durch bestimmte Fragen, wie die Wahl der Nahrung in Hospitälern oder Gefängnissen, die Versorgung von Truppen, Schiffen etc. mit Lebensmitteln veranlasst waren.

In neuerer Zeit nun gewinnt die Frage nach der Ernährung des Menschen, namentlich der niederen Volksklassen durch die Vermehrung der städtischen Arbeiterbevölkerung, die durch die rasche Entwicklung der Industrie bedingt ist, eine weitere öffentliche Bedeutung. Dass diese in der That schon in weiteren Kreisen erkannt wird, zeigt die von verschiedenen Vereinen und Personen ausgehende Einrichtung von Volksküchen, in denen gegen den Selbstkostenpreis einzelne Mahlzeiten abgegeben werden sollen, sowie das Bestreben communaler Behörden, bestimmte Gesichtspunkte über die Aufgabe und Wirksamkeit solcher Einrichtungen zu gewinnen, ein Bestreben, das durch die Absicht, dem städtischen Proletariat Schranken zu setzen, hervorgerufen ist.

Während nun bei der Verpflegung von Soldaten, Gefangenen etc. sich die Hauptfrage um die Menge der im Tage zu reichenden Nahrungsstoffe richtet, gesellt sich im zweiten Falle hiezu noch die Frage, wie viel an den einzelnen Tagesmahlzeiten genossen werden soll, und welche Unterschiede in der menschlichen Kost und ihrer Vertheilung durch Alter, Geschlecht, Lebensweise, durch die Jahreszeit und dergl. verursacht sind.

Die Grösse der Gesammttagesration wurde bekanntlich bisher auf zweierlei Weise berechnet. Die Einen leiteten aus dem Verbrauche der Militärverwaltungen, aus amtlichen und privaten Verpflegungstabellen, aus grösseren Lieferungen von Lebensmitteln für den Bedarf von Arbeitern etc. Mittelwerthe ab, die um so richtiger erscheinen, je weniger die Menschen, für deren Verpflegung gemeinsam gesorgt wurde, von anderer Seite Speisen beziehen konnten. Auf diese Weise verfuhren de Gasparin, Dumas und Payen, Liebig, Edw. Smith und insbesondere Playfair. Die Andern, wie Milne-Edwards, Moleschott, Parkes, Edw. Smith, berechneten aus der Menge des in den Exkrementen ausgeschiedenen Stickstoffes und des durch Haut und Lungen abgegebenen Kohlenstoffes die Grösse der nöthigen Zufuhr für den Tag. Von hervorragendster Bedeutung unter letztern Angaben sind die von Voit[1]) aufgestellten Zahlen, für welche als Maass die Menge des Stickstoffes und Kohlenstoffes diente, welche ein gesunder Mann einmal bei Ruhe, sodann bei angestrengter Arbeit in einer Zeit ausschied, in der der Bestand seines Körpers völlig erhalten blieb. Die so aus den Beobachtungen des Gesammtstoffverbrauches am Menschen abgeleiteten Zahlen belaufen sich auf 18.3 Grm. Stickstoff und 328 Grm. Kohlenstoff. Das geringste tägliche Bedürfniss eines erwachsenen thätigen Menschen stellt sich demnach, in die Nährstoffe umgesetzt, die in den verschiedensten Nahrungsmitteln genossen werden können, neben Wasser, den Aschebestandtheilen und Genussmitteln, auf 118 Grm. Eiweiss, 56 Grm. Fett und 500 Grm. Stärkemehl.

Die von den einzelnen Autoren als nothwendig berechneten Mengen der täglichen Nahrung schwanken bekanntlich in ziemlichen Grenzen und selbst gegen die Voit'schen Zahlen könnte man immerhin den Einwand erheben, dass dieselben, nur aus der Stoffbilanz einzelner Tage gezogen, ein mittleres Nahrungsbedürfniss nicht repräsentiren, da man ja weiss, dass ein Gleichgewicht der Einnahmen und Ausgaben bei verschiedenen Mengen der Nährstoffe erreicht werden kann (Voit).

---

1) In einem leider nicht veröffentlichten „Gutachten über die Kost in Volksküchen."

Was nun die Vertheilung des Speisegenusses auf verschiedene Tageszeiten betrifft, so ist geradezu auffallend, dass dieselbe bisher nur geringe Beachtung gefunden. Für die physiologische Nothwendigkeit einer solchen Vertheilung sprechen mehrere Gründe. Einmal dürfte der Mensch kaum im Stande sein, den ganzen täglichen Bedarf an Nahrungsstoffen auf einmal in seinen Verdauungsapparat aufzunehmen. Sodann ist zu bedenken, dass die nothwendigen Verdauungssäfte nicht für die ganze Speisemenge so leicht ausreichen und dass durch die länger andauernde Arbeit eine Ueberanstrengung der Darmthätigkeit und damit eine Störung in der Verdauung erfolgen muss. Sollte selbst dies nicht der Fall sein, so würde endlich bei einer nur einmaligen Speiseaufnahme für den Tag das Blut zu lange im Darm angesammelt und hiedurch die Thätigkeit der übrigen Organe mehr oder weniger lange gelähmt werden, wie man dies ja nach Genuss einer überreichlichen Mahlzeit stets bemerken kann.

Ausserdem ist namentlich noch Folgendes zu würdigen: wir wissen nämlich, dass kürzere Zeit nach der Nahrungsaufnahme die Ausscheidung der Zersetzungsprodukte ansteigt, [1]) während sie in

---

1) Ein gesunder Erwachsener erhielt von mir Morgens 9 Uhr 500 Grm. fein gewiegtes Fleisch (mit 18.04 Grm. Stickstoff) und 48.8 Grm. Fett, nachdem derselbe den Abend vorher gehungert hatte. Durch 24 Stunden hindurch, während welchen Nichts mehr als Wasser genossen wurde, wurde fast stündlich der Harn entleert und dessen Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt bestimmt. Wenn ich die Zahlen von je 4 aufeinanderfolgenden Stunden addire, so berechnen sich nachstehende Reihen:

Tageszeit	ausgeschiedener Stickstoff	ausgeschiedene Phosphorsäure
von 10—1 Uhr Vorm.	2.74	0.76
„ 2—5 „ Mittags	3.51	0.62
„ 6—9 „ Abends	3.36	0.42
„ 10—1 „ Nachts	3.36	0.41
„ 2—5 „ Früh	2.52	0.32
„ 6—9 „ Vorm.	2.56	0.29

In seinen „chem.-physiol. Untersuch.“ S. 42 hat Voit ebenfalls Versuche über die stündliche Harnstoffausscheidung nach einmaliger Nahrungsaufnahme veröffentlicht. Dessen Zahlen, in gleicher Weise auf je 4 Stunden berechnet, geben folgende Tabelle:

Tagesperioden, die von der Aufnahmezeit entfernter liegen, allmählig absinkt. Eine öftere Nahrungsaufnahme wird also auch eine gleichmässigere Vertheilung der Zersetzungen im Organismus und der daraus resultirenden Energie mit sich bringen.[1])

Trotz der so grossen Bedeutung, welche die Vertheilung des Nahrungsgenusses für den Menschen hat, findet sich bei den zahlreichen früheren Angaben über die tägliche Nahrungsmenge nur selten eine Ausscheidung für die einzelnen Tageszeiten. Graf Lippe[2]) machte einen Versuch hiezu, indem er von der Tagesration die Nährstoffe, die in Kaffee mit Milch und Brod zum Frühstücke und in einer Mehlsuppe des Abends verzehrt werden sollten, abzog und den bleibenden Rest als Mittagessen ansetzte.

In der neuesten Zeit dagegen bestimmte Voit (vergl. sein Gutachten) an drei Arbeitern die Menge der zu den verschiedenen Mahlzeiten genossenen Nährstoffe und erhielt als Mittel für die Mittagsmahlzeit von der im ganzen Tage verzehrten Summe 50 % des Eiweisses, 61 % des Fettes und 32 % der Kohlehydrate.

Stunde nach der Nahrungsaufnahme	Harnstoff
1— 4.	7.0
5— 8.	11.8
9—12.	8.9
13—16.	7.6
17—20.	6.7
21—24.	6.4

1) Während des Feldzuges 1870/71 war ich einem Infanteriebataillone des I. bayrischen Armeekorps als Feldarzt zugetheilt. Namentlich während der 14tägigen Dezemberkämpfe um Orléans konnte man beobachten, dass in kurzer Zeit trotz ziemlich genügender Brod- und Fleischzufuhr Alles abmagerte und körperlich herabkam. Wenn jene Tage auch zu der schwersten Zeit des ganzen Feldzuges für uns zu zählen waren, so sind die Strapazen derselben allein nicht hinreichend, jene Erscheinung zu erklären. Ich schreibe dies wesentlich dem Umstande zu, dass zu jener Zeit fast die ganze Tagesration in der Regel nur einmal des Tages verzehrt werden konnte. Das dem Organismus zugeführte Material, namentlich die Kohlehydrate, war in kürzerer Zeit zum grossen Theil zersetzt, und die folgende Tageszeit über musste der Körper trotz der ziemlich reichlichen Zufuhr von seiner Substanz zehren. Daher, wie ich glaube, die Abmagerung und baldige Ermüdung.

2) Vergl. D'Alinge, zur Ernährungsfrage, in v. Schönberg's sächs. Armengesetzgebung. Leipzig, 1864.

Da indess diese Zahlen an Arbeitern gewonnen wurden, die unter sehr guten und gleichen Arbeits- und Erwerbs-Verhältnissen lebten (Arbeiter aus einer optisch-astronomischen Anstalt, deren Bezahlung eine verhältnissmässig sehr hohe ist), so bedarf die gemachte Beobachtung der Wiederholung an anderen Menschen.

Voit hat hier zu gleicher Zeit den dritten Weg der Bestimmung des menschlichen Nahrungsbedürfnisses überhaupt angegeben, nämlich den der direkten Beobachtung an einzelnen Personen.

Auf diesem Wege habe ich es nun unternommen, an Menschen, die unter verschiedenen Lebens- und Arbeitsbedingungen sich befinden, einmal die Menge der von denselben im Tage verbrauchten Nahrung zu bestimmen, und sodann zu untersuchen, in welchen Quantitäten auf die einzelnen Mahlzeiten vertheilt jene genossen wird. Soweit mein Material reichte, konnte ich ferner berechnen, in welchen Verhältnissen die Hauptnahrungsmittel, wie Fleisch und Brod, oder einzelne Nährstoffe, wie Fett und Stärkemehl, verzehrt werden; und endlich fand ich Gelegenheit, einige durch Alter und Geschlecht bedingte Verschiedenheiten in der Ernährung in Zahlen darzulegen.

Zur Beobachtung wurden zwei Arbeiter, zwei junge Aerzte, Pfründnerinnen und zwei Kinder in den ersten Lebensmonaten, aus einer Arbeiter- und Beamtenfamilie, gewählt.

Die Untersuchungen wurden in folgender Weise geführt:

Bei der grossen Uebung, welche die mit der Speisevertheilung beauftragten Personen in den Restaurationen einer grossen Stadt erlangen, ist mit aller Sicherheit anzunehmen, dass die daselbst abgegebenen Portionen der nämlichen Speise annähernd von gleicher Grösse sind. Ich habe daher in allen Fällen, in welchen meine Versuchspersonen ihre Mahlzeiten in Gasthäusern verzehrten, eine der verzehrten gleich grosse Portion der einzelnen Speisen, sobald jene sie erhielten, in fest verschlossene Blechbüchsen füllen und sofort in das Laboratorium bringen lassen. Hier wurden die Speisen alsbald zur Bestimmung der frischen Substanz gewogen und in Schalen bei 100° getrocknet. Wurden die Mahlzeiten nicht im Gasthause, sondern in der Familie eingenommen, so brachte das betreffende Versuchsindividuum sofort bei Tische

genau die Menge der Speisen, welche es verzehrte, in die Blechbüchsen, worauf dieselben dann wie die ersteren behandelt wurden. Kaffeeabsud, Milch und Brod wurden ebenfalls entweder sofort in wohl verschlossenen Gefässen ins Laboratorium getragen oder deren Menge zu Hause im Messcylinder abgemessen oder auf einer feinen Handwaage abgewogen. Als Maass des Bieres nahm ich die Mengen in Cc., welche in den Gasthäusern in geaichten Gläsern vorgemessen wurden.

Von allen Speisen berechnete ich den Eiweissgehalt [1]) aus dem Stickstoffgehalte (15.5 Grm. N = 100 Grm. Eiweiss). Der Stickstoffgehalt wurde entweder direkt durch Verbrennen der Trockensubstanz mit Natronkalk und Auffangen des erhaltenen Ammoniaks in titrirter Schwefelsäure bestimmt, oder nach bereits bekannten Analysen, die grossentheils von Prof. Voit ausgeführt waren, berechnet.

Den Fettgehalt bestimmte ich bei jeder einzelnen Speise durch Extraktion der bei 100 ° getrockneten, fein pulverisirten Substanz mit kochendem Aether.

Die Menge der Kohlehydrate ergab sich theils aus vorliegenden Analysen (Hildesheim, Voit, Wolff), theils nach Abzug der Aschemenge aus der Differenz der Gewichte des Eiweisses und Fettes und des Gesammtgewichtes.

Man sieht, dass das bei der Untersuchung befolgte Verfahren für den beabsichtigten Zweck vollkommen ausreichend ist.

Die Resultate dieser meist im vorigen Wintersemester ausgeführten Untersuchungen habe ich in den nachstehenden Tabellen, mit welchen ich die mir gestellte Aufgabe zu lösen versuche, zusammengefasst.

1. Welches ist die Menge der vom Erwachsenen verzehrten Nahrung?

Es war mit einer gewissen Schwierigkeit verknüpft, aus der Arbeiterklasse zu Ernährungsbeobachtungen geeignete Menschen

1) In einer Nahrung, die die genügende Menge von Eiweiss enthält, sind für gewöhnlich auch genügend Aschebestandtheile enthalten (vergl. meine Abhandlung: Ueber die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung, Ztschr. f. Biol. Bd. 9). Ich habe diese daher hier vernachlässigt.

aufzunehmen. Einmal handelte es sich um Beschaffung solcher Personen, die bei Verrichtung gewöhnlicher Tagesarbeit ein ordentliches und geregeltes Leben führen und nicht etwa allzugrossem Biergenusse fröhnen, und dann musste ich mich in gewissen Grenzen auf die Intelligenz und Gewissenhaftigkeit jener verlassen können, da es wohl unmöglich ist, ohne Beschränkung der Freiheit eines Individuums und somit völlige Veränderung der Lebensweise nach einer willkürlichen oder berechneten Annahme, eine genaue Controle aller Einnahmen zu führen. Es gelang mir jedoch nach einigen Bemühungen, 2 Individuen, die diesen Anforderungen völlig entsprachen, aufzutreiben. Um die Versuchspersonen nicht zu ermüden und dadurch nicht die Resultate zu trüben, habe ich die Beobachtungen nur auf je 3 aufeinanderfolgende Tage ausgedehnt.

I. Kost eines unverheiratheten Arbeiters.

Der mit I bezeichnete Arbeiter ist ein etwa 36 Jahre alter, kräftiger Dienstmann, dessen täglicher Erwerb bei ziemlich anstrengender Arbeit die Summe von 2 Gulden im Durchschnitte überschreitet. Da derselbe unverheirathet ist, so verzehrt er das Mittagessen im Gasthause, Frühstück und Abendessen jedoch bei einer verwandten Arbeiter-Familie, bei welcher er auch wohnt.

Nachstehend ist die Kost desselben für die einzelnen Tage zusammengestellt. Hier, wie auch in den folgenden Reihen, gebe ich zuerst die Speisen, welche die Versuchsperson genoss, und dann die Menge der Nahrung und der darin enthaltenen Nährstoffe in Grammen an.

Speisen:

Frühstück:

Alle 3 Tage: Kaffee mit Milch, Zucker und zwei Broden.

Mittagessen:

1. Tag: Brodsuppe, Würste mit Sauerkraut, Brod, Bier.
2. „ Rollgerstensuppe, Fleisch mit Kraut, Brod, Bier.
3. „ Sagosuppe, Fleisch mit gelben Rüben, Brod, Bier.

Nachmittags:

1. Tag: Brod, Bier.
2. „ Würstchen, Brod, Bier.
3. „ Käse, Brod, Bier.

Abends:

1. Tag: Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Kartoffel, Brod, Bier.
2. „ Brennsuppe, Eierschmarren, Zwetschen, Brod, Bier.
3. „ Einlaufsuppe, Fleisch, Weisskraut, Brod, Bier.

Nährstoffe:

1. Gesammtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	4090.6	653.5	3437.1	129.8	51.9	446.1
2.	4194.8	702.4	3492.4	119.0	118.0	441.5
3.	4194.8	674.6	3520.2	149.2	115.8	377.9

II. Kost eines verheiratheten Arbeiters.

Der Arbeiter Nr. II ist ein gegen 40 Jahre alter Schreinergeselle mit ziemlich sicherem Erwerbe, der jedoch die Summe von 2 Gulden täglich nicht ganz erreicht. Von Nr. I unterscheidet er sich in seinen Lebensverhältnissen jedoch wesentlich dadurch, dass er verheirathet ist. Dem entsprechend erhält er, nach eigener Wahl, seine ganze Kost zu Hause von seiner Frau zubereitet und ist daher nicht, wie Nr. I, auf die im Gasthause gereichten Portionen angewiesen. Da er ferner stets ausserhalb des Hauses beschäftigt ist, so geniesst er nur drei Mahlzeiten am Tage und nicht vier, wie der erste von mir beobachtete Arbeiter.

Speisen und Nahrungsmengen in 3 Tagen sind bei demselben folgende:

Speisen:

Frühstück:

Alle 3 Tage: Kaffee mit Milch, Zucker und Brod.

Mittagessen:

1. Tag: Erbsensuppe, Fleisch, Sauerkraut, Brod.
2. „ Brennsuppe, s. g. Rohrnudeln, Zwetschen, Brod.
3. „ Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Kartoffeln.

Abendessen:

1. Tag: Käse, Brod, Bier.
2. " Wurst, Brod, Bier.
3. " Käse, Brod, Bier.

Nährstoffe:

2. Gesammtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	2951.2	735.7	2215.5	150.1	91.9	460.3
2.	3267.8	803.2	2464.6	126.6	45.2	590.9
3.	3002.4	633.4	2369.0	116.6	65.8	421.8

Um einen Gegensatz zur Ernährungsweise der aus der Arbeiterklasse gewählten Personen zu erhalten, bestimmte ich die Nahrung zweier junger Aerzte (III und IV) als Repräsentanten einer besser situirten Menschenklasse, die beide etwa 30 Jahre alt, wenn auch keine schwere Körperarbeit zu verrichten hatten, so doch ihrem Berufe entsprechend sich den Tag über in steter Bewegung befanden und in regerer Weise sich geistig zu beschäftigen gezwungen waren. Beide verzehrten ihre Mittag- und Abendmahlzeit im Gasthofe, während sie das Frühstück zu Hause einnahmen. In III. habe ich die eintägige Beobachtung der Nahrungsweise des einen, in IV. die zweitägige Untersuchung der Ernährungsverhältnisse des andern jungen Mannes zusammengefasst.

III. Kost eines Erwachsenen aus der gebildeten Klasse.

Speisen:

Frühstück: Kaffee, Milch, Zucker, Brod.

Mittagessen: Tapiokasuppe, Fleisch, Kartoffel, Dampfnudeln, Brod, Bier, Kaffee, Milch, Zucker.

Abendessen: Gebratenes Fleisch, Kartoffeln, Bier, Brod.

Nährstoffe:

3. Gesammtmenge im Tage;

frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
4142.4	604.3	3538.1	126.6	88.8	361.8

IV. Kost eines Erwachsenen aus der gebildeten Klasse.

Speisen:

Frühstück:

Beide Tage: Kaffee, Milch, Zucker, Brod.

Mittagessen:

1. Tag: Griessuppe, Fleisch, Rothkraut, Dampfnudeln, Brod.
2. „ Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Spinat, Bavesen, Brod.

Abendessen:

1. Tag: Bratenfleisch, Brod, Bier.
2. „ Gebratenes Fleisch, Brod, Bier.

Nährstoffe:

4. Gesammtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	3122.1	518.7	2603.4	134.5	76.6	304.8
2.	2773.2	551.4	2221.8	134.4	127.6	278.6

Aus den für die einzelnen Tage erhaltenen Zahlen berechnen sich als mittlere Tagesmengen für die verschiedenen Versuchspersonen:

5.

Versuchsperson	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
I	4160.1	676.8	3483.2	132.6	95.3	421.8
II	3073.8	724.1	2349.7	131.1	67.6	494.0
III	4142.4	604.3	3538.1	126.6	88.8	361.8
IV	2947.6	535.0	2412.6	134.4	102.1	291.7

und als mittlere Nahrungsmenge für den arbeitenden Erwachsenen in München (aus allen 4 Beobachtungen):

6.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
9	3581.0	635.0	2945.9	131.2	88.4	392.3

oder:

131.2 Grm. Eiweiss	= 20.3 Grm. Stickstoff,	70.1 Grm. Kohlenstoff
88.4 „ Fett	= — „ „	67.9 „ „
392.3 „ Kohlehydrate	= — „ „	174.2 „ „
	20.3 Grm. Stickstoff,	312.2 Grm. Kohlenstoff

Die vorstehenden Zahlen geben zu mehreren Betrachtungen Anlass. Das Gewicht der von den beiden Arbeitern I und II genossenen frischen Substanzen (s. Tabelle 1 und 2) ist an den einzelnen Versuchstagen auffallend gleich, während die in denselben verzehrte Menge der trockenen Substanz sich sehr verschieden ergibt. Es liegt nahe, daraus zu schliessen, dass für gewöhnlich der Sättigungszustand von den einzelnen Menschen durch eine bestimmte Gewichtsmenge, die vielleicht nach der Gewohnheit des Einzelnen eine verschiedene ist, unabhängig von der Menge der darin enthaltenen Trockensubstanz erreicht wird. Auch die Zahlen in Tabelle 3 und 4 widersprechen einem solchen Schlusse nicht.

Mit der Trockensubstanz schwanken die Mengen der verzehrten Nahrungsstoffe. Insbesondere ist es das Eiweiss, welches an je einem Beobachtungstage bei den beiden Arbeitern beträchtlich in die Höhe steigt. Bei I erklärt sich die hohe Eiweisszahl des 3. Tages durch den Zusatz von Käse zu der übrigen Nahrung, wobei ich natürlich von der Ausnützung desselben gänzlich absehe; bei dem Arbeiter II dagegen, welcher neben eiweissreichem Käse in der Erbsensuppe des 1. Tages verhältnissmässig viel Eiweiss verzehrte, tritt ein Umstand zu Tage, der sehr häufig vernachlässigt wird. Man betrachtet nämlich in der Regel alle Gemüse als gleichwerthig für die Ernährung, obwohl die einzelnen Arten derselben ganz verschiedene Mengen der Nährstoffe enthalten. Nach dem Kostreglement für die Gefängnisse z. B., das die bayerische

Regierung im Jahre 1862[1]) als heute noch gültige Norm für die Lieferungen der Gefängnisswärter aufstellte, sind Erbsen, Bohnen, Linsen, Möhren, Kraut und Rüben etc. in je gleichen Gewichtsmengen den Gefangenen an den einzelnen Wochentagen zu reichen.

Die Zahlen, welche die Menge des auf die verschiedenen Tage treffenden Fettes und der Kohlehydrate darstellen, scheinen zusammenhangslos anzusteigen oder zu sinken.

Man sieht, dass die Beobachtungen einzelner Tage nicht mit den grossen Durchnittszahlen übereinstimmen. Es sind tägliche Schwankungen vorhanden und sie müssen wohl vorhanden sein. Allein diese Schwankungen bewegen sich doch in solchen Grenzen, dass aus dem Mittel mehrerer Tage sich eine auffallende Gleichmässigkeit ergibt. In der That zeigt sich aus der Tabelle 5, in welcher ich diese Mittel zusammenstellte, einmal, dass die im Tage durchschnittlich verzehrte Eiweissmenge des thätigen Erwachsenen unter verschiedenen Verhältnissen ziemlich die gleiche bleibt; und dann lernen wir die interessante Thatsache kennen, dass mit grosser Regelmässigkeit bei einem Ansteigen der Fettmenge die Summe der Kohlehydrate sich verkleinert, ein Umstand, der bei Betrachtung der einzelnen Tage nicht hervortritt.

Die aus den Beobachtungen an allen 4 Personen berechneten Mittelwerthe, welche (s. Tabelle 6) die Nahrungsmenge eines arbeitenden Mannes in München darstellen, sind nur wenig entfernt von den Zahlen, welche Voit, wie oben angegeben, nach seinen Versuchen als zum Mindesten nothwendig forderte.

2. In welcher Weise auf die Tageszeiten vertheilt wird die Nahrung verzehrt?

In den nachstehenden Tabellen 7—11 habe ich die von den oben erwähnten Personen zu den verschiedenen Tageszeiten verzehrte frische und trockene Substanz, sowie die darin enthaltenen Nährstoffe und zwar zuerst die an den verschiedenen Tagen verbrauchten Mengen, sodann deren Mittel zusammengestellt. Aus letzteren berechnete ich für jede Columne die Menge der Substanz, wenn die gesammte Tagesmenge = 100 gesetzt wird, sowie das Mittel aus den 4 Zahlenreihen. Dadurch erhalte ich die Tabellen 12 u. 13.

---

1) Vergl. bayr. Regierungsbl. f. 1862 S. 1263.

I.

7.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Früh:			
1.	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—
3.	504.0	106.4	397.6	16.6	8.0	79.6
			Mittags:			
1.	1283.8	206.3	1077.5	47.1	37.3	122.4
2.	1286.5	184.5	1102.0	32.9	58.5	89.8
3.	1291.3	184.6	1106.7	33.1	47.1	97.3
			Nachmittags:			
1.	581.0	87.0	494.0	10.8	—	72.9
2.	670.9	120.5	550.4	29.0	14.2	72.9
3.	684.4	156.1	528.3	44.1	27.6	72.9
			Abends:			
1.	1721.8	253.8	1468.0	55.8	16.6	171.2
2.	1733.4	291.0	1442.4	40.5	42.3	199.2
3.	1715.1	227.5	1487.6	55.4	33.1	128.1

II.

8.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Früh:			
1.	868.0	208.7	659.3	31.4	6.1	162.1
2.	878.0	209.5	668.5	31.9	6.8	161.8
3.	910.0	215.5	694.5	33.8	8.6	168.7
			Mittags:			
1.	746.3	229.3	517.0	52.9	55.8	113.5
2.	1045.8	316.0	729.8	41.8	27.7	238.5
3.	842.6	185.9	656.7	33.4	34.3	111.9

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Abends:			
1.	1344.9	297.7	1047.2	65.8	30.5	184.7
2.	1344.2	277.7	1066.5	52.9	10.7	204.6
3.	1249.8	232.0	1017.8	49.4	22.9	146.2

III.

9.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Früh:			
1.	278.0	48.3	229.7	5.4	1.2	39.3
			Mittags:			
1.	1955.4	285.1	1670.3	67.5	39.4	165.8
			Abends:			
1.	1909.0	270.9	1638.1	53.7	48.2	156.7

IV.

10.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Früh:			
2.	265.5	50.8	214.7	5.5	2.6	40.5
			Mittags:			
1.	1252.4	230.8	1021.6	58.4	56.0	123.0
2.	933.1	259.9	673.2	55.4	83.5	97.4
			Abends:			
1.	1604.2	237.1	1367.1	70.6	18.0	141.3
2.	1574.6	240.7	1333.9	73.5	41.5	140.7

11. Mittel für einen Tag.

Versuchs-person	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Frühstück.			
I.	504.0	106.4	397.6	16.6	8.0	79.6
II.	885.0	211.2	673.8	32.4	7.2	162.5
III.	278.0	48.3	229.7	5.4	1.2	39.3
IV.	265.5	50.8	214 7	5.5	2.6	40.5
			Mittagessen.			
I.[1]	1932.6	313.0	1619.6	65.7	56.6	176.1
II.	878.2	243.7	634.5	42.7	39.1	152.0
III.	1955.4	285.1	1670.3	67.5	89.4	165.8
IV.	1092.7	245.3	847.4	56.9	69.7	110.2
			Abendessen.			
I.	1723.4	257.4	1466.0	50.4	30.7	166.2
II.	1313.0	269.1	1043.9	56.0	21.4	178.5
III.	1909.0	270.9	1638.1	53.7	48.2	156.7
IV.	1589.4	238.9	1350.5	72.0	29.7	141.0

Aus den Tabellen 5 und 11 berechnet sich, die Gesammtmenge des täglichen Verbrauches als 100 angenommen, für die einzelnen Mahlzeiten und Personen:

---

1) Die für Mittags und Nachmittags bei I. erhaltenen Mittelwerthe sind folgende:

	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Mittags:	1287.2	191.8	1095.4	37.7	42.6	103.2
Nachmittags:	645.4	121.2	524.2	28.0	13.9	72.9

Die Summen der beiden Reihen habe ich oben als mittleren Werth für das Mittagessen eingefügt.

12. Von 100 Verzehrtem treffen auf das

Versuchs-person	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
			Frühstück:			
I.	12	16	11	12	8	19
II.	29	29	29	25	11	33
III.	7	8	7	4	1	11
IV.	9	9	9	4	2	14
			Mittagessen:			
I.[1]	46	46	47	50	59	42
II.	29	34	27	33	58	31
III.	47	47	47	53	44	46
IV.	37	46	35	42	68	38
			Abendessen:			
I.	42	38	42	38	33	39
II.	42	37	44	42	31	36
III.	46	45	46	43	55	43
IV.	54	45	56	54	30	48

Hieraus ergibt sich als Mittel aus allen 4 Beobachtungen:

13. Mittel in %:

	frisch	trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydr.
Frühstück:	14	15	14	11	6	19
Mittags:	40	43	39	45	57	39
Abends:	46	42	47	44	37	42
	100	100	100	100	100	100

Die in Tabelle 12 berechneten Zahlen lassen keine besondere Regelmässigkeit erkennen. Doch scheint es, als ob die Menge

1) Bei I. erhält man für das Mittags und Nachmittags Verzehrte in Prozent des Tagesverbrauches:

	frisch	trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydr.
Mittags:	31	28	32	28	45	25
Nachmittags:	15	18	15	22	14	17

der am Abende verzehrten Speisen bei verschiedenen Personen ziemlich gleichmässig bleibt, während Frühstück und Mittagessen, je nach der Schwere der zu verrichtenden Körperarbeit, sich gewissermassen compensiren. Bei Nr. I, dem Arbeiter, der relativ die schwerste Arbeit leistet, sind die für das Mittagessen allein erhaltenen Zahlen verhältnissmässig klein, überschreiten aber den aus den 4 Beobachtungen berechneten Mittelwerth (s. Tabelle 13) durch Hinzufügung des während des Nachmittags Verzehrten (s. Anmerkung zu Tabelle 12). Man sieht, dass die theoretische Forderung einer gleichmässigen Vertheilung der Nahrungsaufnahme bei schwerer Arbeit in praxi erfüllt wird.[1])

Bemerkenswerth ist noch, dass der Verbrauch von Fett fast bei allen Versuchspersonen zum grossen Theile auf das Mittagessen, also mitten in die Arbeitszeit, trifft. Dasselbe ist bei den von Voit berechneten Verhältnisszahlen für das Mittagessen (s. o.) der Fall.

Auffallenderweise fällt der Ersatz von Wasser, wohl verursacht durch den grösseren Biergenuss am Abende, nicht auf die Arbeitszeit, sondern nach derselben, ein Verhältniss, das wesentlich von der Jahreszeit abhängig sein dürfte.

Weitere und in grösserem Umfange angestellte Untersuchungen müssen zeigen, wie weit diese Verhältnisse gleichmässig bleiben und welchen Einfluss die Leistungen eines Individuums darauf üben.

Ich habe mit Bezug auf die Beschaffenheit der Nahrung meiner Versuchspersonen nachstehend einige Tabellen berechnet. Die Nahrung des Menschen besteht bekanntlich nicht aus den einzelnen Nährstoffen für sich, sondern aus Gemengen derselben, die man Nahrungsmittel nennt. Verschiedene Nahrungsmittel sind aber von ganz verschiedener Bedeutung für die Ernährung des Menschen, je nachdem sie in dessen Verdauungsorganen ausgenützt werden. So wissen wir z. B.,[2]) dass ein gesunder Erwachsener

1) Bekanntlich wird von den meisten Arbeitern Vormittags und Nachmittags das s. g. Vesperbrod verzehrt, ein Bedürfniss, das Menschen von sitzender Lebensweise nicht so sehr empfinden.

2) G. Meyer, Zeitschr. f. Biol. VII, 21.

von dem Stickstoffe des genossenen Münchener Roggenbrodes, dessen sich die von mir beobachteten Personen namentlich bedienten, 22 % unausgelaugt ausschied. Aus Versuchen, welche Fr. Hofmann [1]) am Menschen anstellte, geht hervor, dass bei vegetabilischer Nahrung bis zu 47 % des aufgenommenen Stickstoffes unbenützt wieder abgeht, während bei Fleischnahrung bekanntlich kaum Koth gebildet wird. [2])

Ein anderer Punkt, der ins Auge zu fassen ist, ist das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten. Beide können sich, wie bekannt, in der Nahrung des Menschen in weiten Grenzen vertreten, verhalten sich aber nicht völlig identisch. Ein Unterschied ist wohl in der verschiedenen Art der Resorption beider Nährstoffe zu suchen; ein anderer liegt darin, dass, während eine Aufspeicherung von Nahrungsfett im Organismus sehr wohl möglich ist, die in den Körper aufgenommenen Kohlehydrate alsbald den Bedingungen der Zersetzung unterliegen und hiebei nur aus dem Eiweiss erzeugtes Fett in den Organen sich anlagern kann (Voit).

Ich habe es daher für wichtig befunden, in den von mir beobachteten Fällen einmal die Menge der Hauptnahrungsmittel des Menschen, des Fleisches und Brodes, und hiezu des Bieres, sowie deren Gehalt an Eiweiss oder Kohlehydraten zu bestimmen und zu berechnen, wie viel an diesen Nährstoffen, die tägliche Gesammtsumme = 100 gesetzt, in denselben verzehrt wurde, und zweitens das Verhältniss des Fettgenusses zu der Menge der Kohlehydrate festzustellen.

Es ist leicht ersichtlich, dass jene Nahrung, die die grössere Menge von Fleisch und, da vorzugsweise die animalische Kost fettreich ist, auch von Fett in sich schliesst, als die ausgiebigere und demnach bessere zu betrachten ist.

Ich habe in Tabelle 14 die Menge des aus dem bekannten Eiweissgehalte berechneten Fleisches und des Brodes nebst dem

1) Voit, Sitz.-Ber. d. Münch. Akad. d. Wiss. Dezbr. 1869.

2) In meinem oben erwähnten Versuche, bei welchem ein Mann 500 Grm. Fleisch mit nur wenig Fett verzehrte, erhielt ich durch Abgrenzung mit nicht gar gekochten Linsen (nach Fr. Hofmann's Vorgange) 6.4 Grm frischen = 2.2 Grm. trockenen Fleischkothes.

darin enthaltenen Eiweisse, in Tabelle 15 die Menge des getrunkenen Bieres mit der in letzterem und im Brode eingenommenen Quantität der Kohlehydrate und in Tabelle 16 das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten als Mittel aus den Beobachtungen der 4 Versuchspersonen zusammengefasst.

14. Eiweiss in Fleisch und Brod im Tage (Mittel aus den Beobachtungstagen):

Versuchsperson	frisches Fleisch[1])	Eiweiss darin	Eiweiss in % des Gesammteiweisses p. d.	frisches Brod[2])	Eiweiss darin	Eiweiss in % des Gesammteiweisses p. d.
I.	231	50.8	38.3	318	34.3	25.9
II.	92	20.2	15.4	506	54.3	35.2
III.	368	80.9	63.9	107	9.8	7.7
IV.	403	88.7	66.0	193	19.8	14.7

15. Kohlehydrate in Bier und Brod: [2])

Versuchsperson	Verbrauchtes Bier in Cc.	Kohlehydrate darin in Gr.	% derselben von der Menge des Tages	Kohlehydrate im Brode	% der ganzen Tagesmenge
I.	2000	104.0	24.7	183.2	43.4
II.	1000	52.0	10.5	291.4	59.0
III.	2000	104.0	28.7	61.6	17.0
IV.	1250	65.0	22.8	111.2	38.1

16. Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten:

I. 1 zu 4.4
II. 1 „ 7.3
III. 1 „ 4.1
IV. 1 „ 2.9

---

1) 22 Grm. Eiweiss des trockenen Fleisches = 100 Grm. frisches Fleisch.

2) Als käufliches Schwarzbrod berechnet, da es auch meist als solches verzehrt wurde: 100 Grm. frisch = 10.8 Grm. Eiweiss und 57.6 Grm. Kohlehydrate (Voit).

Wie zu erwarten war, zeichnet sich die Kost der beiden Aerzte III und IV (Tabelle 14) durch ihren hohen Fleischgehalt vor der Kost der Arbeiter aus. Am ersichtlichsten wird dies aus der 3. Columne, in welcher der Eiweissgehalt derselben in Prozenten der im Tage verzehrten Eiweissmenge überhaupt ausgedrückt ist. Man hat mit Recht, in Anerkennung des Werthes der Fleischnahrung, der Grösse des Fleischverbrauches bei einer Bevölkerung stets Aufmerksamkeit gewidmet (in jüngster Zeit Schiefferdecker, Majer); man sieht jedoch aus dem verschiedenen Fleischgehalte der Nahrung bei meinen Versuchspersonen, dass man sich wohl hüten muss, die durch die Verbrauchsbesteuerung gewonnenen Zahlen in verschiedenen Städten einfach auf die Kopfzahl der konsumptionsfähigen Bevölkerung zu berechnen und den höheren Verbrauch an einem Orte, wie dies Dr. C. Majer gerade von München thut [1], aus einem durch klimatische Verhältnisse und durch die hohe Lage gesteigerten Respirationsprozesse zu erklären.

Entsprechend dem geringern Fleischgenusse bei den Arbeitern ist deren Brodkonsum für den Tag erheblich grösser.

Aus Tabelle 15 scheint hervorzugehen, dass in München der grössere Theil des Bedarfes an Kohlehydraten durch Bier und Brod gedeckt wird. Bei 3 der beobachteten Personen ist die Menge der im genossenen Biere enthaltenen Kohlehydrate etwa $1/4$ der täglichen Gesammtsumme derselben. Wenn man bedenkt, dass die im Biere enthaltenen gelösten Nährstoffe wohl vollständig resorbirt werden, während dies beim Brode und den Gemüsen nicht der Fall ist, so ist nicht zu bestreiten, dass das Bier neben einem gesuchten Genussmittel auch ein wichtiges Nahrungsmittel ist.

Was das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten betrifft, so hat Voit (a. a. O.), auf eine Reihe militärischer Kostsätze gestützt, angenommen, dass auf 9 Theile Kohlehydrate zum Mindesten ein Theil Fett zu reichen wäre, und hat dem entsprechend als Bedürfniss für einen Tag 56 Grm. Fett und 500 Grm. Stärkemehl berechnet.

---

1) Deutsche Viertelj. f. öff. Gesundh.-Pfl. V, 390.

Die von mir am Arbeiter erhaltenen Verhältnisszahlen (s. Tab. 16) sind erheblich geringer und bei dem Arbeiter I, welcher bei schwererer Arbeit auch grösseren Lohn empfängt als Nr. II, fast dieselben wie bei den Aerzten III und IV, welche mit ihrer reichlichen Fleischkost auch mehr Fett genossen.

Sämmtliche vorausstehenden Zahlen sind an erwachsenen Männern, die unter verschiedenen Lebensverhältnissen sich befanden, gewonnen. Ich habe nun auch zu bestimmen versucht, in welcher Weise das Nahrungsbedürfniss durch Alter und Geschlecht beeinflusst wird. Das mir vorliegende Material beschränkt sich auf die Beobachtung der Ernährung von alten Frauen und zwei in den ersten Lebensmonaten stehenden Kindern.

V. Pfründnerinnen-Kost.

Die städtischen Pfründnerinnen-Anstalten in München sind Wohnstätten einer Anzahl von armen Personen weiblichen Geschlechtes, die, wenn sie durch Alter erwerbsunfähig geworden, daselbst auf Kosten der Stadt unterhalten werden. In einer dieser Anstalten ist Hausregie und Verpflegung der Greisinnen gegen Bezahlung den Mitgliedern einer weiblichen religiösen Genossenschaft übergeben.

Von diesen wird zur Speisung ihrer Pflegebefohlenen und zum eigenen Unterhalte die Bereitung der Kost in grösserem Maasse betrieben und von den absichtlich in geringem Ueberflusse gekochten Speisen an ausserhalb der Anstalt befindliche ärmere Leute um einen Preis abgegeben, der durch den Einkauf der Lebensmittel im Grossen möglichst niedrig gestellt werden kann.

Als Frühstück erhalten nun die Pfründnerinnen eine s. g. Brennsuppe (oder gegen besondere Bezahlung von 2 Kreuzern Kaffee mit Milch). Das Mittagessen besteht aus Suppe, gekochtem Fleische und Gemüse, das Abendessen aus Suppe nebst Brod, letzteres in einer Menge, wie es für 2 Kreuzer vom Bäcker erhalten wird.

Hiefür bezahlt der Magistrat, wie die Vorsteherin der Anstalt mittheilte, 12¾ Kreuzer.

Nach Aussage aller Ordensmitglieder, die selbst jedoch eine etwas bessere Kost erhalten, wäre das gereichte Essen für eine

alte Person völlig ausreichend. Ein Theil der Pfründnerinnen verzehrte nicht mehr, als ihnen von der Anstalt gegeben würde. Ein anderer Theil jedoch wäre durch Geschenke etc. in den Stand gesetzt, sich des Nachmittags etwas Kaffee oder 1/4 — 1/2 Liter Bier, oder des Abends Käse oder Wurst um den Preis von 3 Kreuzern zu kaufen.

Suppen und Gemüse werden bei jeder Mahlzeit in der Küche den anwesenden Pfründnerinnen mit dazu bestimmten Messgefässen vorgemessen, das Fleisch von der Vorsteherin gleichmässig ausgetheilt. Ich habe sieben Tage hindurch bei jeder solchen Vertheilung die gleiche Menge der Speisen erhalten, wie die Pfründnerinnen, dieselben sofort in Blechgefässen verschlossen ins Laboratorium gebracht und hier in der bereits oben angegebenen Weise weiter behandelt.

Die Resultate dieser Untersuchungen geben die nachstehenden Tabellen, die ich fast ebenso wie die vorhergehenden Tabellen anordnete.

Nährstoffe:

Gesammtmenge für den Tag:

17.

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	2479.9	409.7	2070.2	64.0	50.0	273.6
2.	2670.4	420.1	2250.3	69.3	61.0	279.7
3.	2502.2	374.1	2128.1	67.3	25.1	259.1
4.	2192.2	352.2	1840.0	62.4	39.3	244.0
5.	2515.7	474.5	2041.2	68.7	16.0	284.6
6.	2380.1	367.7	2012.4	65.5	41.7	247.2
7.	2439.1	411.4	2027.7	71.8	34.1	273.4

Daraus berechnet sich als Mittel der 7 Tage:

frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
2454.2	401.4	2052.8	67.0	38.2	265.9

oder 10.4 Grm. Stickstoff und 183.2 Grm. Kohlenstoff.

Rechne ich hiezu noch das Mittel der in Käse oder Wurst enthaltenen Stoffe, welche von einem Theile der Frauen des Abends mehr verzehrt wurden, so erhalte ich

79.8 Grm. Eiweiss
48.6 „ Fett
265.9 „ Kohlehydrate oder 12.4 Grm. Stickstoff und 198.0 Grm. Kohlenstoff

als mittlere Menge der im Tage verbrauchten Nahrung.

Für die einzelnen Mahlzeiten ergiebt sich folgendes Mittel aus der siebentägigen Reihe:

19.

	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohle-hydrate
Frühstück:	670.9	77.0	593.9	10.0	8.1	62.5
Mittags:	1121.5	157.3	964.2	33.8	31.2	70.8
Abends:	661.8	167.1	494.7	23.3	3.9	132.6
oder in Prozenten des Tagesverbrauches:						
Frühstück:	27	19	29	15	8	23
Mittags:	46	39	47	50	82	27
Abends:	27	42	24	35	10	50
	100	100	100	100	100	100

Von den Hauptnahrungsmitteln, Fleisch und Brod, wurden durchschnittlich im Tage verzehrt (berechnet wie oben):

20.

Fleisch.

frisches Fleisch	Eiweiss darin	% des täglichen Eiweiss-verbrauches
94	20.7	31.1

Brod.

frisches Brod	Eiweiss darin	% des Eiweiss-verbrauches	Stärkemehl darin	% des Stärke-verbrauches
259	26.6	39.9	149.4	57.0

Das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten in der Kost der Pfründnerinnen ist wie

1 : 6.8

An den einzelnen Tagen (s. Tab. 17) schwanken die Mengen der Nährstoffe, mit Ausnahme des Fettes, nur in ziemlich engen

Grenzen. Dies erklärt sich einmal aus der gleichmässigen Weise, in welcher die Pfründnerinnen ihre Speisen zugemessen erhielten, sodann trägt hiezu bei, dass eine relativ grosse Menge von Brod, dessen Gewicht leicht gleich zu halten ist, der übrigen Kost beigegeben wurde, so dass mit demselben $^2/_5$ des täglichen Eiweissgehaltes der Nahrung und fast $^3/_5$ der täglichen Kohlehydrate (s. Tab. 20) gedeckt wurden. Die grössere Menge der festen Bestandtheile der Nahrung mit der beträchtlichen Fettabnahme am 5. Tage (Tab. 17) rührt davon her, dass an diesem Tage, einem Freitage, das Fleisch durch s. g. Rohrnudeln, einer hauptsächlich aus Mehl bereiteten Speise, ersetzt worden war.

Aus Tabelle 18 geht hervor, dass die von den Pfründnerinnen verzehrte Menge von Nährstoffen erheblich geringer ist, als die von den Arbeitern genossenen Quantitäten. Dies ist auch dann noch der Fall, wenn man, wie ich vorher gethan, die Nahrung der Pfründnerinnen berechnet, welche noch ausserhalb der Anstalt Käse oder Wurst verzehrten.

Zieht man von der Menge der frischen Substanz (auf Tab. 5), welche die 4 Männer im Tage verzehrten, die von denselben getrunkene Quantität Bieres (Tab. 15) ab, so erhält man Gewichtszahlen, die von der Summe der von den Pfründnerinnen verzehrten frischen Substanz wesentlich übertroffen werden. Trotzdem befindet sich in dieser grössern Gewichtsmenge (u. dem grössern Volumen?) doch nur wenig über die Hälfte der von den übrigen Personen verzehrten Summe von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten, ein weiterer Beweis für den oben gezogenen Schluss, dass das Sättigungsgefühl durch ein bestimmtes Gewicht (oder Volum) der Nahrung, welches unabhängig von der Menge der darin enthaltenen Nährstoffe, sich wohl durch die Gewohnheit regelt, verursacht wird.

Man könnte zu der Vermuthung gelangen, dass in der Nahrung der alten Frauen relativ mehr Stickstoff enthalten wäre, als in der der Arbeiter, da diese während der Arbeit mehr Kohlensäure ausathmen und daher einer grössern Kohlestoffzufuhr bedürfen. Um dies zu erschliessen, habe ich das nachstehende Verhältniss von Stickstoff und Kohlenstoff in deren Nahrung berechnet:

	Stickstoff		Kohlenstoff
Nahrung des arbeitenden Mannes	1	:	15
Nahrung der Pfründnerinnen . .	1	:	17.6
dasselbe[1])	1	:	16

Nach diesen Zahlen scheint sich, entgegen der obigen Vermuthung, sogar ein etwas grösseres Kohlenstoffbedürfniss bei den Pfründnerinnen herauszustellen, ein Verhältniss, das vielleicht durch die relativ geringere Fettmenge in ihrer Nahrung bedingt ist.

VI. Nahrung eines Arbeiterkindes.

Zu der Untersuchung wurde das Kind des unter II angeführten Schreiners verwendet. Es war zur Zeit derselben 7 Wochen alt, gesund, wohlgenährt und bei gutem Appetite, und erhielt dreimal des Tages einen aus feinem Weizenmehle, Milch und etwas Zucker stets frisch zubereiteten Brei. Die zum Breie gebrauchte Milch wurde abgemessen, Mehl und Zucker abgewogen und von ersterem die Trockenbestimmung gemacht. Dazu kam noch etwas Candiszucker, welcher dem Kinde im Verlaufe des Tages stets gegeben wurde. Es wurden im Tage verwendet 71.5 Grm. Mehl (= 61.3 Grm. trocken), 500 Cc. Milch und 47.5 Grm. Zucker oder:

21.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
61.3 Grm. trockenes Mehl	8.8	—	51.5
500 Cc. Milch	20.5	19.5	21.0
47.5 Grm. Zucker	—	—	47.5
	29.3	19.5	120.0

Das Arbeiterkind verzehrt demnach im Tage:

29.3 Grm. Eiweiss
19.5 „ Fett
120.0 „ Kohlehydrate oder 4.5 Grm. Stickstoff und 81.0 Grm. Kohlenstoff.

VII. Nahrung eines Kindes aus der besseren Gesellschaftsklasse.

Das hier beobachtete Kind, aus einer in guten Verhältnissen lebenden Beamtenfamilie, das wegen einer akuten Krankheit der Mutter nur kurze Zeit an der Brust ernährt werden konnte, wurde

1) Nach Hinzurechnung von Käse oder Wurst am Abende (v. o.).

vom 3. Monate nach der Geburt an bis zum 7. Monate nur mit condensirter Milch aus Cham erhalten und gedieh in dieser Zeit vollkommen. Da es ausser der Chamer Milch kein anderes Nahrungsmittel oder Getränke empfing, so war die Bestimmung der genossenen Mengen ziemlich leicht. Die Chamer condensirte Milch ist bekanntlich in Blechbüchsen eingeschlossen; diese wurden jedesmal vor dem Gebrauche gewogen, und nachdem sie geleert waren, mit dem Reste der anklebenden Substanz zurückgewogen.

Beim Beginne der Beobachtung, den 15. Juni 1872, war das kräftig aussehende Kind 4 Monate alt und wog 5.53 Kilogramm.

Vom 15. Juni — 14. Juli, also in einem Monate, wurden 14 Büchsen[1]) gebraucht, aus denen in dieser Zeit 6043.4 Grm. der condensirten Milch zur Ernährung des Kindes verwendet wurden.

Die von mir ausgeführte Analyse, wobei der Gehalt an Eiweissstoffen nach der in Hoppe-Seyler's Lehrbuch der physiol.-chem. Analyse angegebenen Methode der Milchuntersuchung ermittelt wurde[2]), gab im Mittel aus mehreren gut stimmenden Untersuchungen folgende Zusammensetzung der condensirten Milch:

100 Grm. frische Substanz = 26.95 Grm. Wasser
73.05 Grm. feste Bestandtheile

100 Grm. trocken =

14.46 Grm.	Eiweissstoffe
12.50 „	Fett
66.70 „	Milch- u. Rohrzucker
3.29 „	Extraktivstoffe
3.05 „	Asche[3])

Hieraus berechnet sich für die Menge der vom Kinde in 30 Tagen verzehrten 6043.4 Grm. der condensirten Milch

1) Eine Büchse enthält im Mittel 445 Grm. frischer Substanz, welche jedoch beim Gebrauche nicht vollständig zur Verwendung kam.

2) Karmrodt (Arch. Pharm. [2] Bd. 135), welcher den Gehalt der Chamer Milch an Eiweissstoffen aus der Gewichtsdifferenz der bestimmten Substanzen (Butter, Zucker, Salze) und dem Gesammtgewichte berechnete, erhielt natürlicher Weise eine grössere Menge an Eiweissstoffen.

3) Ich werde bei einer andern Gelegenheit auf die Menge der Aschebestandtheile, welche das Kind genoss, zurückkommen.

4414.6	Grm.	Trockensubstanz
638.4	„	Eiweissstoffe
551.8	„	Fett
2944.6	„	Milch- u. Rohrzucker.

In einem Tage genoss demnach das 4—5 Monate alte Kind:

147.15	Grm.	Trockensubstanz
21.28	„	Eiweiss
18.39	„	Fett
98.15	„	Kohlehydrate oder

3.3 Grm. Stickstoff u. 66.7 Grm. Kohlenstoff.

Die hier erhaltenen Zahlen für Eiweiss und Kohlehydrate sind etwas geringer als die bei dem jüngeren Arbeiterkinde beobachteten. Hält man jedoch die Form im Auge, in welcher letzterem die Lebensmittel gereicht wurden, so dürfte wohl ein Vergleich zu Gunsten des mit condensirter Milch ernährten Kindes ausfallen. Es ist wenigstens zu erwarten, dass die vegetabilische Nahrung beim Säuglinge nicht in grösserer Menge ausgenützt wird, als im Darme der Erwachsenen.

Bezüglich der Vertheilung der Nahrungsaufnahme mache ich darauf aufmerksam, dass, während das mit Mehlbrei ernährte Arbeiterkind nur dreimal des Tages diesen erhielt und auch verlangte, an dem Kinde, welches die in warmem Wasser gelöste condensirte Milch genoss, alle drei Stunden Zeichen des Hungers bemerkbar wurden.

Das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten in der Nahrung der beiden Kinder ist:

	Fett		Kohlehydrate
Arbeiterkind	1	:	6.1
Beamtenkind	1	:	5.3

Wie vorauszusehen und wie dies auch beim Erwachsenen der Fall, so ist auch hier die relative Menge des Fettes bei dem Kinde aus der besseren Familie eine grössere.

Einiges Interesse erregt noch der Vergleich der vom Kinde Nr. VII verzehrten Menge von Nährstoffen mit dem Bedürfnisse eines Erwachsenen im Verhältnisse des Körpergewichtes.

Das 5.53 Kilogr. schwere Kind erhielt im Tage 3.3 Grm. Stickstoff und 66.7 Grm. Kohlenstoff. Auf das mittlere Körpergewicht eines

Erwachsenen, zu 65 Kilogr. angenommen, berechnet ergibt sich für diesen die Summe von 38.8 Grm. Stickstoff u. 784 Grm. Kohlenstoff.

In Wirklichheit beträgt die Menge, die ein Erwachsener im Durchschnitte verzehrt, nach meinen Beobachtungen (s. Tab. 6) 20.2 Grm. Stickstoff und 312.2 Grm. Kohlenstoff, eine Summe, die von der oben berechneten beträchtlich übertroffen wird.

Dass ein kleiner und jugendlicher Organismus relativ mehr bedarf, ist allerdings schon bekannt und ist vielfach gedeutet worden. Ich habe es aber doch für gut befunden, die Zahlenverhältnisse für den Menschen in dem gegebenen Falle festzusetzen.

Es ist fernerhin eine verbreitete Anschauung, dass die Eiweisssubstanzen in der Nahrung der Kinder nicht nur absolut, sondern auch relativ gegenüber den stickstofffreien Stoffen vermehrt seien. Es beruhte diese Meinung wohl auf den bisher bekannten Analysen der Frauenmilch, nach welchen sich der Stickstoff in dieser zum Kohlenstoff wie 1 : 12 verhält. Die Analysen, und damit also jene Anschauung, bedürfen jedoch, wie Brunner[1]) jüngst zeigte, einer wesentlichen Berichtigung.

Aus den obigen Zahlen, die sich auf die direkten Beobachtungen am Menschen stützen, berechnen sich folgende Verhältnisszahlen des Stickstoffes und Kohlenstoffes:

	Stickstoff		Kohlenstoff
Nahrung des Beamtenkindes	1	zu	20
„ „ Arbeiterkindes	1	„	18
„ „ Erwachsenen	1	„	15

Soviel ist wohl sicher, dass der jugendliche Organismus, ebenso wie der erwachsene, um organisirte stickstoffhaltige Substanz ansetzen zu können, einer reichlichen Zufuhr von stickstofffreien Nährstoffen bedarf und in der That auch empfängt.

Zum Schlusse kann ich es nicht unterlassen, die Preise, welche für die Nahrung der Versuchspersonen im Tage bezahlt werden mussten, zusammenzustellen. Es ergeben sich hiebei folgende Zahlen:

---

1) Pflüger's Archiv Bd. VII, S. 440 u. ff.

Versuchsperson	Preis der täglichen Nahrung
I.	54 kr.
II.	34 "
III.	1 fl. 28 "
IV.	1 " 10 "
V.	12³/₄ "
VI.	8 "
VII.	16¹/₃ "

Daraus geht auf's Evidenteste hervor, dass weniger der Gehalt der Nährstoffe als vielmehr der animalische oder vegetabilische Ursprung derselben den Geldwerth bedingt und dass auf diesen der Reichthum an Würz- und Genussmitteln (in der Nahrung der Aerzte III u. IV) den beträchtlichsten Einfluss übt. Wie zu vermuthen, sind auch die Ausgaben für die im Gasthause genossene Nahrung beträchtlich grösser, als für die in der Familie (II) oder in der Pfründneranstalt (V) verzehrten Speisen.

Es ist offenbar, dass eine Reihe von Einflüssen, die sowohl auf die Grösse der Zufuhr, wie auf deren Vertheilung nach der Tageszeit bestimmend wirken, noch ziffermässig festzustellen sind. So ist die Menge und die Vertheilung der Nahrung zu erforschen bei den verschiedenen Altersklassen der beiden Geschlechter, bei schwerer körperlicher Anstrengung und bei vollkommen „sitzender" Lebensweise, nach den Arbeitsverhältnissen überhaupt, in den verschiedenen Jahreszeiten etc. Es ist zu sehen, wie Nahrungsweise und Nahrungsaufnahme nach klimatischen und topischen Verhältnissen verändert sind. Man weiss z. B. nach Angaben Reisender, um Extreme anzuführen, dass die Bewohner arktischer Gegenden erstaunlich grosse Mengen von Eiweiss und Fett verzehren, während in den Tropen der Genuss von Kohlehydraten erheblich in den Vordergrund tritt; ebenso ist bekannt, dass die Nahrung der Arbeiter in Gebirgen in der Regel sehr fettreich ist. Ueber alle diese Punkte existiren jedoch nur Schätzungen und keine beglaubigten Zahlenangaben.

Neben der praktischen Wichtigkeit, die eine Vermehrung unseres Wissens in dieser Richtung hat, muss der genauen Kennt

niss der Ernährungsweise des Menschen noch eine weitere hohe Bedeutung desswegen zuerkannt werden, weil ja Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen wesentlich an den von der Ernährung abhängigen Körperzustand geknüpft sind. Somit gestalten sich die obigen Fragen wesentlich zu Fragen der öffentlichen Gesundheit.

Als einen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Ernährung des Menschen habe ich die vorstehenden mit beschränkten Mitteln ausgeführten Untersuchungen veröffentlicht, in dem Bewusstsein, dass dieselben vorzugsweise lokale Bedeutung besitzen, aber mit der Ueberzeugung, dass genaue und richtige lokale Beobachtungen, bei der hohen Wichtigkeit der berührten Fragen, auch ein allgemeineres Interesse verdienen dürften.

Der neueste Bericht des Sanitary Commissioner Dr. J. M. Cuningham über die Cholera 1872 in Indien.

Seit einigen Jahren erscheinen umfassende Berichte über den Verlauf der Cholera in Indien, in ihrem Heimatlande. Die Berichte von Bryden und Cuningham in Calcutta, von Cornish in Madras, von Mouat über die Gefängnisse enthalten so viel Thatsächliches und Lehrreiches, dass sie eine wesentliche Bereicherung der Cholera-Literatur ausmachen. Aus den Untersuchungen von Dr. Cuningham und T. Lewis wurde früher in dieser Zeitschrift[1]) ein Auszug gegeben. Der jüngste dieser Berichte (Report on the Cholera Epidemic of 1872 in Northern India, by J. M. Cuningham, M. D. Surgeon Major, Sanitary Commissioner with the Government of India — Calcutta 1873) wird nicht verfehlen in Europa Eindruck zu machen, da er einige Cardinalfragen der Choleraverbreitung sehr eingehend auf einem ausschliesslich thatsächlichen Boden verfolgt. Neben der allgemeinen Verbreitung der Cholera wurden 108 einzelne epidemische Ausbrüche einer ganz besonders genauen Untersuchung unterworfen. Dieselbe erstreckte sich auf 25 Garnisonen, 52 einzelne Regimenter oder gesonderte Abtheilungen von solchen, 20 Gefängnisse, 5 Civil-Gemeinden, 2 Städte und 4 Distrikte. Die Thatsachen wurden nach folgendem Plane geordnet:

Sektion I Kurze Beschreibung des Ortes.
„ II Statistik des Choleraausbruches.
„ III Auf Einschleppung und Mittheilung bezügliche Thatsachen.
„ IV Meteorologisches.
„ V Oertliche Bedingungen.

---

1 Diese Zeitschrift, 1872 Bd. VIII S. [illegible].

Sektion VI Prophylaktische Maassregeln und deren Erfolg.
„ VII Geschichte des Ortes bezüglich des Vorkommens der Cholera in früheren Jahren.

Es ist bemerkenswerth, dass diese Anordnung des Stoffes eine sehr grosse Aehnlichkeit mit derjenigen zeigt, welche auch die Cholera-Commission des deutschen Reiches angenommen hat, und folgende ist:

I. Feststellung des Vorkommens von Cholerafällen nach Ort und Zeit (im indischen Programm I und II).

II. Erforschung der Gegenstände, an welchen der Krankheitsstoff haften, und durch welche er verbreitet werden kann (im indischen Programme III).

III. Erforschung der individuellen Empfänglichkeit.

IV. Erforschung der unter II und III aufgeführten Momente unter besonderen Verhältnissen (ist im indischen Programme ohnehin durch das Ueberwiegen von Garnisonen und Gefängnissen unter den untersuchten Epidemien hinreichend vertreten).

V. Erforschung des Einflusses tellurischer und atmosphärischer Momente auf das epidemische Vorkommen der Cholera (im indischen Programme IV und V).

VI. Erforschung der Mittel gegen Ausbruch und Verbreitung der Cholera (im indischen Programme VI).

Dem indischen Programme fehlt eigentlich als eigener Abschnitt nur Ziffer III des deutschen, und dem deutschen Ziffer VII des indischen. Es ist erfreulich, diese Uebereinstimmung zu constatiren, weil daraus hervorgeht, dass man in Calcutta ebenso wie in Berlin so ziemlich auf die gleichen Gesichtspunkte geführt wird, sobald man sich ernstlich mit der Cholerafrage befasst. Das indische Programm wird dort wahrscheinlich ebenso Viele unbefriedigt lassen, wie es das deutsche Programm bei uns gethan hat; keines trägt den Stempel einer herrschenden Theorie an der Stirne und keines entspricht daher den herrschenden Vorurtheilen; das deutsche ist sogar so unbefangen, dass man davon sprach, der Einfluss des Grundwassers sei bereits aufgegeben worden, was allerdings nur Derjenige sagen kann, welcher die Denkschrift der Commission nicht gelesen hat, die unter Anderem auch zu Grundwasserbeobachtungen

auffordert und Anleitung dazu gibt. Die Absicht der deutschen Commission war, unbeirrt von jeder theoretischen Ansicht, vorerst ein Forum zu schaffen, wohin alle Thatsachen, welche das Programm umfasst, zusammenkommen, um sie genau zu prüfen und zu vergleichen, und zu entscheiden, was feststeht und was nicht, und je nach dem Ergebniss dann die Arbeit wieder unverdrossen fortzusetzen. Dieses umständliche, mühsame Verfahren entspricht allerdings den Wünschen, Vorurtheilen und Erwartungen Vieler nicht, bleibt aber immer der einzige Weg, um vorwärts zu kommen. Seit mehreren 1000 Jahren hat man in Indien, und seit mehr als 40 Jahren auch bei uns in Europa ganz vergeblich auf einen glücklichen Zufall gehofft und gewartet, der ganz plötzlich alle Räthsel der Cholera lösen oder uns ein probates Mittel dagegen in die Hand spielen würde, was aber ebenso wenig in Erfüllung gegangen ist, als wenn einer gewünscht hätte, dass ein Erdbeben eine passende Kluft durch die Alpen brechen möchte, in die man eine Eisenbahn legen könnte, damit man nicht so viel Arbeit und Geld aufzuwenden brauchte, als die Durchbohrung des Mont Cenis oder der Uebergang über den Brenner gekostet hat. Das Kanzleramt des deutschen Reiches hat das Verdienst, der methodischen Untersuchung und Bearbeitung der Cholerafrage zuerst eine bleibende Stätte geschaffen zu haben: die Mitglieder der Commission können wechseln, aber ihre Arbeiten werden von Anderen fortgesetzt werden.

Man wird gut thun, nicht auf einmal den Abschluss der Frage zu erwarten, sondern sich auf lange dauernde Arbeit gefasst zu machen. Es gibt so viele müssige und geschäftige Köpfe, die bei jedem schwierigen Unternehmen verkünden, dass nichts dabei herauskommen könne, und dieses Prognostikon ist auch der deutschen Choleracommission schon gestellt worden, mit welchem Rechte, wird die Zukunft lehren. Der neueste indische Bericht lautet nicht so ganz trostlos; er zeigt, dass wir uns vor Allem mit gewissen Cardinalfragen zu beschäftigen haben, über die man einig sein muss, ehe man die Arbeit weiter fortsetzen kann, weil von der Antwort, die man darauf erhält, die Richtung abhängt, die ferner zu nehmen ist.

Folgende Fragen stehen in dem indischen Berichte an der Spitze: „Was ist die Lehre dieser Epidemie? Was sind die Thatsachen, welche mit ihrer Verbreitung zusammenhängen, und wie weit sind sie geeignet, unser Wissen zu vermehren? Ist die Cholera eine contagiöse Krankheit? Vermehrt sich in den Kranken ein specifisches Gift, welches auf Andere übertragen in diesen die gleichen Symptome hervorruft; und wenn diess der Fall ist, ist dieses Gift in den Ausleerungen der Kranken enthalten und wird es gewöhnlich durch das Wasser (Trinkwasser) ausgestreut? Oder — die contagiöse Lehre beiseite setzend, sowohl unter der gewöhnlichen als unter modificirter Annahme — ist der Mensch der Träger eines specifischen Etwas von einem inficirten Orte, was keimt und seine tödtliche Frucht bringt, wo immer die örtlichen Bedingungen für sein Wachsthum sich finden? Ist der menschliche Verkehr das grosse und unentbehrliche Mittel, durch welches die Cholera aus ihrer Heimat getragen und über die Erde verbreitet wird?"

Von der grossen praktischen Wichtigkeit der Beantwortung dieser Fragen überzeugt, fährt der Bericht fort: „Das sind schwerwiegende Fragen, Fragen, welche die Wohlfahrt nicht blos Indiens, sondern aller Länder der Welt angehen; Fragen, welche in unseren Tagen des rasch und beständig wachsenden Verkehrs zwischen Ost und West eine Bedeutung und eine praktische Wichtigkeit haben, noch viel mehr, als sie früher hatten."

Bei uns gibt es allerdings Manche, welche glauben, diese Fragen aus dem ABC der Choleraätiologie seien schon längst beantwortet, oder man könne sie überspringen und gleich weitere Fragen hernehmen, — aber die Lage der Thatsachen in Indien, dem Heimatlande der Cholera, zwingt die Geister, vorerst dabei ernstlich zu verweilen. Cuningham frägt: „Wie sollen diese Fragen beantwortet werden?" und antwortet darauf: „Nicht durch theoretische Diskussionen, so geschickt und gelehrt diese sein mögen, sondern durch geduldige Erforschung von Thatsachen, von allen Thatsachen, in deren Besitz man gelangen kann."

Bei dieser Gelegenheit hebt der Erstatter des Hauptberichtes den grossen Unterschied hervor, welcher zwischen den Erfordernissen

zur Erhebung von Thatsachen, und zwischen den Erfordernissen zur Bildung von stichhaltigen Schlüssen und Ansichten besteht; dass es nicht am Platze ist, wenn Jeder, der etwas zu beobachten und zu berichten hat, sich dadurch für berechtigt hält, aus dem beschränkten Kreis seiner Erfahrung auch sofort Schlüsse zu ziehen, die eine allgemeine Giltigkeit beanspruchen. Cuningham unterscheidet zwischen Lokal-Untersuchung und General-Untersuchung und sagt: „Beide sind wichtig und beide in der That wesentlich, die richtige Erforschung einer Epidemie zu vervollständigen, aber es ist ganz unmöglich, dass beide erfolgreich von ein und derselben Person vollzogen werden können. Der Hauptgegenstand des Lokal-Untersuchers muss sein, Thatsachen mit der grössten Sorgfalt zu beobachten und zu berichten. Für diesen Zweck muss er vor dem Ausbruch einer Epidemie schon anfangen, aber auch nachdem der Ausbruch erloschen ist, noch fortfahren. Er hat wenig Gelegenheit, sich richtige Ansichten zu bilden, einfach, weil er keine genaue Kenntniss davon hat, was zur selben Zeit an anderen Orten vorkommt. Es ist blos, wenn der Verlauf aller Ausbrüche nebeneinander gestellt und verglichen wird, dass irgend eine Grundlage zur Bildung richtiger Schlussfolgerungen gewonnen wird." Er verlangt desshalb von den einzelnen Berichterstattern nicht Meinungen und Ansichten, sondern Thatsachen. Gegen diesen unzweifelhaft richtigen Grundsatz wird auch bei uns noch sehr häufig gefehlt.

Cuningham hebt hervor, „dass kein Land der Welt ein solches Feld für das Studium der Cholera bietet, wie Indien, von dem ein Theil die Heimat der Krankheit ist und andere Theile so schweren und häufigen Einfällen ausgesetzt sind." Desshalb aber ist er doch weit entfernt zu glauben, als sollte man etwa die Forschungen über Cholera auf Indien beschränken; er will nur sagen, dass er, als an der Spitze des Medicinalwesens in Indien stehend, die Verpflichtung fühle, die ihm gebotene Gelegenheit zum besten zu verwenden. Er schildert den Charakter seines Berichtes, wenn er am Schlusse sagt: „So weit habe ich mich bemüht, die Thatsachen genau zu berichten und die Beweise unpartheiisch zu sammeln. Man muss verstehen, dass alle Bemerkungen, welche gemacht worden sind, sich nur auf den Verlauf der Cholera in Indien und zumeist

nur auf die Epidemie des vergangenen Jahres beziehen. Meine Aufgabe war nicht, eine Abhandlung über Cholera, noch viel weniger eine Streitschrift zu schreiben, sondern lediglich mich zu bemühen, was sich in diesem Lande ereignete, zu erzählen, und zu betrachten, wie weit dieses mit den Theorien des Tages übereinstimmt. Das Feld ist weit genug für Beobachtung, aber so weit als es ist, so kann doch keine Frage sein, dass der Verlauf der Epidemien, nachdem sie Indien verlassen, ebenso wichtig ist, als der Verlauf, so lange sie innerhalb seiner Gränzen sind. Die Sammlung der Thatsachen aus allen Ländern, die ergriffen werden, Thatsachen, beobachtet und dargestellt fern von und uneingezwängt von jeder Theorie, sind von der grössten Bedeutung."

Ich glaube, wir können nichts Besseres thun, als diese von Indien nach Europa sich ausstreckende Hand eines Sachverständigen freudig zu erfassen und kräftig zu drücken.

Was nun die Resultate anlangt, welche eine genauere Untersuchung des Verlaufes der Choleraepidemien in Indien im Jahre 1872 geliefert hat, so widersprechen sie auf das Entschiedenste und vielfach den in Europa noch immer landläufigen Ansichten von der Verbreitungsart der Cholera. In dieser Beziehung sind die Ergebnisse der Untersuchung der III. Sektion des Programmes von grösstem Interesse. „In keinem der 108 näher untersuchten Ausbrüche konnte das Erscheinen der Cholera auf Einschleppung (durch Kranke) zurückgeführt werden" und der Satz wird an einer Reihe von Fällen beispielsweise erläutert. „Doch verlassen wir das Detail, welches sich auf die einzelnen Gemeinden bezieht, und fragen wir: Ist irgend etwas in dem allgemeinen Verlaufe der Epidemie, was die Vorstellung begünstiget, dass die Krankheit sich durch den Menschen verbreitet? Die blosse Thatsache, dass wir grosse Bezirke haben, die entweder vollständig oder vergleichsweise verschont sind, und die sich längs ununterbrochener Strecken ausdehnen, ist einer solchen Anschauung ganz entgegen. Die Erfahrung der Central-Provinzen kann dadurch nicht erklärt werden. 1869 fanden nicht weniger als 60,000 Todesfälle an Cholera statt. 1870 war ihre Zahl 107, 1871 nur 19, 1872 stieg sie auf 1592."

Weitere gegen die gewöhnliche contagionistische Ansicht

sprechende Thatsachen sind: „Die Krankheit verbreitete sich nicht längs der Hauptstrassen des Verkehrs und wanderte nicht schneller, als sie es sonst zu thun pflegte, als noch keine Eisenbahnen waren.“

Dass die Eisenbahnen in Indien ebenso wenig wie in Europa die Fäden abgeben, an welchen die Cholerafälle in vorwaltender Menge hängen, hat bereits Dr. Cornish, der Sanitary Commissioner der Präsidentschaft Madras, in seinem umfangreichen Berichte über die Epidemie des Jahres 1871*) auf das unzweideutigste nachgewiesen. Diesem Berichte ist eine grosse Karte beigegeben, auf welcher durch Farben die Frequenz der Cholera in den verschiedenen Distrikten der Präsidentschaft in 8 Abstufungen von 1 und darunter bis 7 und 8 und darüber pro mille der Bevölkerung kenntlich gemacht ist. Zugleich erblickt man die Eisenbahnen des Landes. Die Eisenbahnen Indiens führen oft durch bewohnte lange Strecken, welche von der Krankheit sehr schwach oder selbst gar nicht berührt worden sind, und gerade die in diesem Jahre am meisten von der Cholera heimgesuchten Distrikte liegen weit ab von diesen Hauptadern des Verkehrs.

Mit welch erschreckender Heftigkeit die Cholera in Indien in manchen Lokalitäten auftritt, und wie wenig oder selbst gar nicht sie von da aus durch den menschlichen Verkehr und durch Kranke in andere Lokalitäten verpflanzt werden kann, davon führt der Bericht von Cuningham ein schlagendes Beispiel aus Agra an, das mitgetheilt zu werden verdient, weil es als typisch für eine grosse Zahl von Fällen, auch bei uns in Europa, angesehen werden kann. Es handelt sich um eine Erziehungsanstalt in Agra.

„Die Geschichte der Knaben in Sct. Peters Collegium, welche beim Ausbruche der Cholera in diesem Institute über das Land zerstreut worden sind, liefert einen bemerkenswerthen Beweis für die Frage der Einschleppung. Die Krankheit erschien unter ihnen am 5. Juli, und mit solcher Heftigkeit, dass bis Mitternacht 21 Erkrankungen und 6 Todesfälle vorkamen. Bis zum 10. Juli, wo sie aufhörte, hatten sich 63 Cholerafälle und 34 Todesfälle unter einer

*) Report of the Sanitary Commissioner for Madras 1871. With Appendices. Madras 1872.

Zahl von 176 Zöglingen ergeben (in runder Zahl 36 Procent Erkrankungen und 20 Procent Todte: die Zöglinge wurden demnach binnen 6 Tagen mehr als decimirt).

„Am 6. Juli (d. i. am zweiten Tage des Ausbruchs) wurden 65 Knaben zu ihren Verwandten geschickt, entweder in Agra oder nach anderen Orten, manche davon in weite Entfernung. Wenn die Cholera eine Krankheit ist, welche durch den menschlichen Verkehr ohne weiteres verbreitet wird, so hätte es nichts Günstigeres für ihre Weiterverbreitung geben können. Es kann keine Frage sein, dass die Ursache in einer höchst giftigen Form im Institut vorhanden war, und doch hat in keinem einzigen Falle einer der 65 Knaben, die so über das Land zerstreut wurden, die Krankheit den Heimaten mitgetheilt, in welchen sie Aufnahme fanden. Das ist noch um so mehr bemerkenswerth, weil 12 von ihnen noch ergriffen wurden, nachdem sie ihren Bestimmungsort erreicht hatten, und 5 davon starben: und in nicht wenig Fällen waren überfüllte Wohnungen, von grossen Familien eingenommen, in welchen die Knaben zugelassen wurden, für die Verbreitung höchst günstig."

Aehnliche Fälle kommen auch bei uns häufig vor, bleiben aber regelmässig unbeachtet oder unerwähnt, der contagionistischen Lehre zu lieb, mit welcher sie sich in keiner Weise vertragen.

„Von grosser Wichtigkeit ist das Verhalten der Wärter Cholerakranker in Indien. Aus den einzelnen Berichten geht als Gesammtresultat hervor, dass die Zahl der Ergriffenen sehr gering ist, dass sie sehr häufig ganz frei blieben. Davon gibt es viele schlagende Beispiele. So wurde z. B von 40 eingebornen Wärtern zu Feyzabad kein einziger ergriffen; nicht einer von der grossen Anzahl, welche bei den verschiedenen Regimentern zu Lacknau beschäftigt waren; nicht einer von 70 zu Dagshai; nicht einer zu Jullundur. Weitere Beispiele finden sich zu Mian Mir, Peschawar und anderen Orten. Mit Ausnahme von Kohat und Allahabad waren die Fälle unter den Wärtern in der That auf eine oder zwei isolirte Erkrankungen beschränkt."

Aber auch die offenbaren Ausnahmen von dieser Regel zu Allahabad und Kohat sprechen durchaus nicht für Ansteckung durch die Kranken: „Die näheren Erhebungen bezüglich der Wärter zu

Allahabad zeigen, dass die Anfälle mehr der Lokalität zuzuschreiben sind, in welcher die Leute wohnten, als dem Umstande, dass sie mit Cholerafällen in Berührung kamen."

„Von den 30 Europäern, welche auf diese Art beim 2. Bataillon des 19. Regiments verwendet waren, wurden 5 ergriffen, aber alle wohnten in derselben Kaserne bei einander, und diese wurde nicht beim Vorkommen des ersten Falles entleert, weil man annahm, es rühre von Ansteckung durch die Kranken her. Die 5 Anfälle fanden in fünf Tagen statt, eben als der Ausbruch im Regiment im Allgemeinen auf seiner Höhe war. Diese Leute waren im Krankenhause während einer Zeit zwischen 3 und 6 Tagen beschäftigt gewesen. Die 25, welche frei blieben, waren in demselben Dienste 26—38 Tage thätig. — Die Vorkommnisse zu Kohat sind gleichfalls durch die Lokalität zu erklären, welche die Leute innehatten, denn nach Beendigung ihres Dienstes liess man sie in die Räume (lines) zurückkehren, welche das Regiment wegen Ausbruches der Cholera verlassen hatte. Es war nur beim 3. Pandschab-Infanterie-Regimente, bei dem man diese Einrichtung befolgte, dass die Wärter bis zu einiger Ausdehnung litten".

Gleichwie in Europa Jahrmärkte und Volksfeste, überhaupt Massenversammlungen als ein Hauptverbreitungsmittel der Cholera angesehen werden, ohne dass man gerade ängstlich geprüft hätte, wie weit die Thatsachen diese Meinung unterstützen, und wie weit nicht, so hat man in Indien die religiösen Versammlungen, die grossen Wallfahrten, mit welchen in der Regel grosse Märkte (wie bei unseren Messen oder Dulten) verbunden sind, beschuldigt, dass sie die Cholera nie aus Indien verschwinden liessen, weil sie eine massenhafte Ansteckung zunächst in der versammelten Menschenmenge, dann eine darauffolgende Ausbreitung und Mittheilung der Krankheit in allen Orten verursachten, welche solche Pilger auf ihrer Heimreise berühren. Schon Bryden ist in seinem vortrefflichen Berichte über die Choleraepidemien des Jahres 1867 in Indien gegen die Pilgertheorie mit schlagenden Gründen aufgetreten, der Bericht über 1872 kommt gleichfalls darauf zu sprechen. Für den Norden von Indien hat namentlich die heilige Stadt Hardwar, wo der Ganges durch die Siwalick-Berge aus dem Himalaya tritt,



eine grosse Bedeutung, da dort im April jeden Jahres Millionen Pilger aus allen Theilen Indiens zusammenströmen. Unter diesen kommen selbstverständlich jedes Jahr einzelne Cholerafälle vor, und doch ist der Ausbruch einer Epidemie in Hardwar eine Seltenheit. Der Bericht sagt darüber: „Was Reisende und namentlich Pilger anlangt, muss daran erinnert werden, dass hungrig, müde, höchst schmutzig und zusammengehäuft, wie sie oft sind, sie sich gerade in Umständen befinden, die man geeignet hält, für Cholera empfänglich zu machen, wenn sie in der Nähe ist. Erschöpfung, Diätfehler oder starke Gemüthsbewegungen, all das macht den Menschen zum Erkranken geneigt, wie während dieser Epidemie in vielen Fällen sich gezeigt hat. Zu verwundern ist, dass die Pilger in Anbetracht der begünstigenden Bedingungen, welche sie für die Verbreitung der Krankheit abgeben, nicht häufiger zu leiden haben. Aber ganz und gar unrecht würde es sein, anzunehmen, dass in den oberen Theilen Nordindiens, z. B. im Pandschab, die Cholera regelmässig oder auch nur häufig den Pilgerzügen folgte. Man spricht oft von der Hardwar-Messe, als wäre es eine bekannte Thatsache, dass sie Jahr für Jahr das grosse Centrum gewesen sei, von dem die Krankheit ausstrahlte, aber weit entfernt, dass diess der Fall gewesen wäre, ist gerade die Messe zu Hardwar ausserordentlich verschont von Cholera. Im Jahre 1783 fand ein ernstlicher Ausbruch statt, aber das ist der einzige, von dem aus früherer Zeit Erwähnung geschieht. 1857 litten die Pilger, aber mit dieser Ausnahme scheint die Krankheit dort von 1854 bis 1866 unbekannt gewesen zu sein. 1867 war der grosse Ausbruch, der im vierten Jahres-Sanitätsberichte beschrieben worden ist. Von 1867 bis 1873 sind die jährlichen Wallfahrten wieder vor sich gegangen ohne irgend eine Cholera, mit Ausnahme von einigen isolirten Fällen. Warum die grosse Menschenansammlung zu Hardwar, ohngeachtet der Empfänglichkeit der Elemente, aus denen sie besteht, der Krankheit so häufig entkommt; ob es von der frühen Jahreszeit herrührt, in der sich die Messe versammelt, oder von der geographischen Lage des Ortes, oder von einer andern Ursache, ist jetzt nicht meine Absicht zu untersuchen; für jetzt genügt es, die Thatsache zu verzeichnen."

Das erinnert lebhaft an gewisse Vorkommnisse in Europa. So hört man z. B. gegenwärtig die Wiener Weltausstellung häufig als Centrum für die Cholera des Jahres 1873 nennen, wie einige Jahre früher 1866 der deutsch-österreichische Krieg herhalten musste. Sobald man aber solche Behauptungen näher verfolgt, stösst man auf die grössten Widersprüche.

München soll heuer seine schwache Epidemie durch die Wiener Weltausstellung empfangen haben und es gibt Leute, welche glauben, wenn heuer diese Ausstellung nicht gewesen wäre, hätte München auch keine Epidemie gehabt. Es ist möglich, aber warum hat z. B. Berlin, von wo aus die Ausstellung doch auch massenhaft besucht wurde, trotz einer viermal grösseren Einwohnerzahl nicht einmal den vierten Theil Cholerafälle wie München gehabt? Warum wird Magdeburg so heftig, Leipzig gar nicht ergriffen? Die auf die Contagiosität der Cholera gestützten Maassregeln haben sicher nicht diese Wirkung in Berlin hervorgebracht, so wenig als die Kanalisirung und Wasserversorgung der Stadt, für deren Verbesserung man jetzt erst die Pläne ausarbeitet. Haben Städte wie Salzburg oder Innsbruck und andere weniger Verkehr mit Wien gehabt als München, die von dem epidemischen Auftreten der Krankheit von jeher völlig verschont geblieben sind? — Und so hat auch im Jahre 1866 Norddeutschland, das dem damaligen Kriegsschauplatze so ferne lag und von Truppen ganz entblösst war, nicht weniger von Cholera gelitten, als Böhmen und Niederösterreich, während viele dem Kriegsschauplatze ganz nahe gerückte und von Truppenmärschen durchzogene Gegenden von Sachsen und Bayern frei von Epidemien geblieben sind. Luxemburg, Belgien und Holland lagen damals im tiefsten Frieden und hatten doch 1866 und 1867 die heftigsten Epidemien, welche je dort vorgekommen sind.

Wann endlich werden solche Thatsachen die weitverbreitete, gewöhnliche contagionistische Anschauung erschüttern?

Merkliches Aufsehen wird in Europa machen, was in Indien bezüglich des Einflusses des Trinkwassers constatirt worden ist, welches der indische Bericht unter Sektion V „örtliche Bedingungen“ abhandelt. Einige Thatsachen werden genügen, um zu erkennen zu geben, dass die Trinkwasser-Choleratheorie, welche bei uns und

namentlich in England noch so sehr verbreitet ist und auf welche so viele praktische Maassregeln gebaut werden, einem raschen Ende entgegengeht. — Zunächst wird hervorgehoben, dass die Wasserversorgung in Oberindien hauptsächlich durch Brunnen erfolgt, welche nahe bei den Wohnungen gegraben sind, aus denen das Wasser durch lederne Eimer geschöpft und in thierischen Schläuchen vertheilt wird. Wenn nun gemäss der Lieblingstheorie des Tages angenommen wird, dass jede an Cholera erkrankte Person das Choleragift in sich selbst vermehrt, dass dieses Gift in den Ausleerungen ausgeschieden wird, so ist gerade in Indien diese Art der Wasserversorgung der weit verbreiteten Meinung sehr günstig. „Aber zugegeben, dass für dieses Vorkommen reichlich Gelegenheit gegeben sei, obwohl es in keinem einzigen Falle nachgewiesen wurde, ist der allgemeine Verlauf der Epidemie von 1872, verglichen mit dem von anderen Epidemien, oder sind die Details der einzelnen Ausbrüche sowohl an und für sich als im Vergleiche mit früheren Ausbrüchen durch eine solche Annahme erklärlich? Die geographische Vertheilung der Krankheit begünstigt diese Idee nicht. Die Epidemie von 1872 hatte gleich jeder vorausgegangenen eine geographische Vertheilung. Es gab bestimmte, wohl abgegränzte und grosse Länderstrecken, welche ganz oder in sehr hohem Maasse verschont blieben. Es gab andere, wohl abgegränzte und grosse Strecken, welche schwer zu leiden hatten. In diesen verschiedenen Strecken besteht kein wesentlicher Unterschied in der Wasserversorgung, weder in der Quelle, aus welcher das Wasser stammt, noch in den Mitteln, womit es geschöpft wird. Es ist schwer, sich vorzustellen, dass über die eine Länderstrecke das Wasser durchschnittlich mit Choleraausleerungen verunreinigt war, während über die andere keine derartige Verunreinigung stattfand. — Dieses Argument wird noch kräftiger, wenn man es auf das nämliche Gebiet in verschiedenen Jahren anwendet. In den Centralprovinzen z. B. gab es, wie schon öfter erwähnt worden, 1869 nahezu 60000 Choleratodesfälle, 1870 nur 107; 1871 gar nur 19 und 1872 stiegen sie wieder auf 1592. Kann dieser auffallende Unterschied dadurch erklärt werden, dass man annimmt, dass im ersten dieser Jahre das Trinkwasser über diese grosse Fläche durchschnittlich mit Cholera-

stühlen vergiftet war, denen es in den anderen Jahren entging? Fast eben so schlagende Betrachtungen konnten über den Verlauf in den anderen Provinzen angestellt werden, welche alle ebenso unerklärlich für die Wassertheorie sind. In vielen derselben war genügend Choleramaterial zur Verbreitung der Krankheit vorhanden, wenn die Trinkwassertheorie richtig ist, aber obschon weitverbreitet, blieb sie schwach und beschränkte sich im dritten Falle auf einige wenige Fälle hier und dort."

So wie auf ganze Provinzen wird der gleiche Gesichtspunkt auch auf einzelne Orte und mit dem gleichen Erfolge angewendet. „Im ganzen Laufe der Epidemie des letzten Jahres hat sich kein einziges Beispiel ergeben, in welchem eine besondere Heftigkeit der Krankheit in irgend einem besonderen Distrikte einer Gemeinde mit dem Gebrauche eines besonderen Wassers in demselben verbunden gewesen wäre. In Lahore z. B. gibt es 1400 Brunnen, in Anarkulli sind sie auch sehr zahlreich, aber man kann keinen Verdacht haben, dass Personen, welche irgend einen dieser Brunnen benützten, mehr litten, als andere, viel weniger dass die Heftigkeit des Ausbruches auf diejenigen beschränkt war, welche gewisse Brunnen benützten. Sowohl hier als in der Stadt Peshaur, wo auch die Brunnen nach Hunderten zählen, war die Krankheit allgemein im Volke verbreitet." Und man kann doch nicht annehmen, dass alle Brunnen zu gleicher Zeit gleich vergiftet waren.

Hierüber spricht sich Cuningham noch weiter aus: „Man wird zugeben, je reichlicher das Material, je grösser die Menge von Personen ist, welche an Cholera leiden und das vermuthete Gift in ihren Körpern vermehren und ausscheiden, desto grösser muss auch die Gefahr sein, das Trinkwasser zu verunreinigen. Aber der Ausbruch folgt nie einem solchen Gesetze. In der Stadt Lahore zum Beispiel bringen 10 Fälle im Juni 86 im Juli hervor, während 476 im August nur 10 im September erzeugen, und so ist der Verlauf der Krankheit nicht in wenigen Orten, sondern im ganzen Lande." Gegen diesen Einwurf haben unsere Contagionisten allerdings ein prabates Mittel, die Lehre von der persönlichen Durchseuchung und von der Erschöpfung der individuellen Disposition dadurch, eine Ansicht, die man übrigens nur so lange haben kann,

als man sie nicht an der Cholera- Geschichte einer Reihe von Orten von sehr verschiedener Empfänglichkeit während eines längeren Zeitraumes zu prüfen hat. Die Bewohner der bisher immun gebliebenen Orte, z. B. Lyon, Birmingham, Hannover, Salzburg, Innsbruck und vieler anderer Orte sind noch nie durchseucht worden, und doch hat sich die Cholera noch nie unter ihnen epidemisch verbreitet, so oft sie auch schon eingeschleppt worden ist. Eine von Cholera noch nie durchseuchte Bevölkerung sollte die allerempfänglichste sein. Hingegen wenn diese Bewohner immuner Orte zur Zeit einer Choleraepidemie in schon oft durchseuchte Choleraorte sich begeben, so spüren sie nichts mehr von der ihnen angedichteten persönlichen Immunität, und die Lyoner unterliegen zu einer solchen Zeit in Paris und Marseille ebenso der Cholera, wie die Pariser und Marseiller Choleraflüchtlinge in Lyon an der so auffallenden Immunität dieser Stadt theilnehmen. Es gibt eine persönliche Disposition und Indisposition für Cholera, sie macht sich an jedem Choleraorte und zu jeder Cholerazeit bemerklich, — aber die Contagionisten vermögen nicht nachzuweisen, dass desshalb die Annahme einer örtlichen und zeitlichen Disposition entbehrlich sei.

Auch den Erfolg des Schliessens einzelner Brunnen ganz nach beliebten europäischen Mustern hat man in Indien zu beobachten Gelegenheit. „Im ganzen Verlauf der Epidemie gibt es nicht einen einzigen Fall, in welchem das Aufhören der Krankheit dem Aufgeben eines bestimmten Wassers zugeschrieben werden müsste. Zu Känpur sagte man, dass das Schliessen von Brunnen von günstigem Erfolge war, aber es fehlen die Thatsachen, den Schluss zu rechtfertigen. Zu Gujranwalla glaubte man auch, dass ein Ausbruch von fünf Fällen mit dem Schliessen eines Brunnens abgeschnitten wurde, aber in dem nämlichen Orte ereignete sich einige Zeit darnach noch ein Ausbruch von vier Fällen, kein Brunnen wurde geschlossen und die Krankheit hörte ebenso plötzlich auf, wie sie zuvor gethan hatte."

Der indische Bericht verfolgt den Einfluss des Trinkwassers als Träger des Cholera-Contagiums noch in verschiedenen Richtungen mit demselben negativen Resultate und schliesst den Abschnitt mit

den Worten: „Ohngeachtet des weit verbreiteten Glaubens an diese Wasser-Theorie bleibt es eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass in Indien, wo die Cholera so vorherrschend ist, sogar in Niederbengalen, wo sie immer zugegen ist, kein Fall je beigebracht worden ist, in welchem guter Grund liegt, zu glauben, dass mit Choleraausleerungen verunreinigtes Wasser wirklich Cholera hervorgerufen hat. . . . Es ist fast unglaublich, dass in einer wissenschaftlichen Frage von so grosser Bedeutung blosse Behauptungen ohne alle thatsächliche Unterlage, — blosse Behauptungen, so wie sie von keinem Gerichtshofe selbst in der unbedeutendsten Sache, die vor ihn käme, hingenommen würden — nicht blos vorgebracht, sondern als entscheidend angesehen worden sind.“

Zum Schluss will ich nun noch einige Ergebnisse aus Sektion VI, prophylaktische Maassregeln und deren Erfolg etc., hervorheben. Unter preventive measures versteht man in Indien einerseits Quarantänen, dann Isolirung der Kranken von den Gesunden und Desinfektion der Ausleerungen, anderseits Verlassen eines inficirten Ortes (movement) beim Ausbruch der Cholera, und hygienische Verbesserungen (sanitary improvements) vor dem Erscheinen derselben. Auch da lautet der Bericht — namentlich bezüglich der ersten Reihe von Mitteln — durchaus nicht zu Gunsten der in Europa noch sehr allgemein gang und gäben Vorstellungen, auf die wir bei jeder Invasion noch das meiste Vertrauen setzen und welchen wir immer noch gerne grossartige Opfer an Geld und Kraft bringen, ohne je etwas damit erzielt zu haben. Die öffentliche Meinung huldiget in Indien wie bei uns noch vielfach dem sehr kindlichen Glauben, dass eine Epidemie, wenn sie trotz aller Mittel sehr heftig wird, noch schlimmer geworden wäre, wenn man keine angewendet hätte; und wenn sie milde oder gar nicht sich entwickelt, dass dann diesen günstigen Erfolg unsere Mittel erzielt haben. Die Wissenschaft und die Forschung darf diese Vertrauensseligkeit des Publikums nicht theilen, sie haben die minder angenehme Aufgabe, die Dinge zu sehen wie sie sind.

In einzelnen Gefängnissen, bei einzelnen Truppenabtheilungen

hat man die bestmögliche Quarantäne versucht, aber ohne einen nachweisbaren Erfolg zu erzielen. „In jedem Falle, in welchem Quarantäne versucht wurde, war es ein allgemeines Zugeständniss, dass sie nicht vollkommen war, und dass es unmöglich war, sie vollkommen zu machen. Die Quarantänefrage ist eine rein praktische und darf als solche nicht mit blos theoretischen Betrachtungen vermischt werden. Der festzustellende Punkt ist nicht, ob die Cholera durch den menschlichen Verkehr verbreitet wird oder nicht, sondern ob Quarantäne eine Garnison oder ein anderes Gemeinwesen vor Cholera schützen kann; ob, selbst angenommen, dass die Krankheit durch den Menschen und durch den Menschen allein verbreitet wird, es in der Praxis möglich ist, einen solchen Grad der Isolirung aufrecht zu erhalten, um ihren Eintritt zu verhüten." Diese Frage wird durch die bisherigen Erfahrungen in Indien auf das Bestimmteste verneint.

Auffallend für Viele wird sein, dass man in Indien keinen Erfolg von der Isolirung der Cholerakranken von den Gesunden und von der Behandlung der Kranken in besonderen Cholera-spitälern erblicken konnte. „Im Anschluss an die Quarantäne hat die zwangsweise Entfernung jedes an der Cholera erkrankten Familiengliedes, namentlich jedes weiblichen, welche Maassregel in einigen Orten durchgeführt wurde, den Gefühlen der Bevölkerung sehr widerstrebt und wurde als eine sehr grosse Härte angesehen. Es muss sehr bezweifelt werden, ob durch diese Maassregel irgend etwas Gutes erzielt worden ist." Der indische Berichterstatter hält sich für berufen, trotz unseren gegentheiligen europäischen Anschauungen auszusprechen: „Die Vorstellung, dass die Cholera, wenigstens so wie wir sie in Indien sehen, eine contagiöse Krankheit sei, welche durch Berührung mit Kranken verbreitet wird, sollte so viel als möglich bekämpft werden, sowohl weil sie aller Erfahrung widerspricht, als auch weil sie unnöthigen Schrecken verursacht." Cuningham geht übrigens nicht so weit, dass er in gar keinem Falle eine Ueberwachung und Regelung des Verkehrs für nützlich hielte. Er bezeichnet die anfängliche Isolirung und Beobachtung neuer Ankömmlinge in Gefängnissen aus mehreren Gründen für nützlich, nicht bloss in Bezug auf Cholera; ebenso hält

er es für nützlich, schmutzige Pilgerströme von den Ortschaften so viel als möglich abzulenken, sie auch sonst zu überwachen und mit dem Nöthigsten zu versorgen, und das auch schon an den Orten selbst, wo die Feste und Märkte stattfinden, von deren Abhaltung er sogar abgerathen wissen will zu einer Zeit, in welcher Cholera zu befürchten ist. „Aber das ist ein sehr verschiedenes Ding von der über Wochen und Monate sich erstreckenden Quarantäne, welche 1872 in manchen Orten versucht worden ist."

Die Wirkung der Desinfektion der Ausleerungen von Cholerakranken stellt der Berichterstatter selbstverständlich auf gleiche Stufe mit der Isolirung der Kranken von den Gesunden. Specielle Nachweise darüber sind in den Beilagen (notes) zu erwarten, welcher Theil des Berichtes sich noch unter der Presse befindet.

Günstiger äussert sich Cuningham über den Erfolg in jenen Fällen, in welchen eine Anzahl von noch gesunden Menschen ein Gebäude und einen Ort verliess, sofort wenn sich Cholera zu zeigen begann, was namentlich bei den Truppen mehrfach geschah. „Nicht selten hat die Krankheit nach dem Wechsel des Ortes unmittelbar und vollständig aufgehört." Aber nicht jede Ortsveränderung thut gut, man muss die Erfahrung dabei zu Rathe ziehen und Stellen aufsuchen, welche bisher der Cholera am meisten Widerstand geleistet haben. „Ich möchte daher der Regierung zu ernstlicher Erwägung anheimstellen, dass in dem Falle, als europäische Truppen an Orten ergriffen werden, wo man eine Epidemie im Voraus annehmen kann, diese nach der einen oder andern der bezeichneten Oertlichkeiten dislocirt werden sollen, in welchen die Erfahrung gezeigt hat, dass es wahrscheinlich ist, dass sie verschont bleiben. . . . Man hat daher allen Grund, zu glauben, dass, wenn die Ortsveränderungen, welche im Juni 1872, lange bevor die Epidemie Mian Mir und Peschawar erreichte, zur Ausführung gekommen wären, viele Menschenleben gerettet worden wären."

Von grossem Interesse ist, was Cuningham über den Erfolg hygienischer Verbesserungen überhaupt berichtet, welche im Laufe der Zeit in Indien zur Ausführung gekommen sind: er weist dieses hauptsächlich an dem früheren und jetzigen Verhalten der Gefängnisse gegenüber der Cholera nach. Seit mehreren Jahren ist in den

Gefängnissen von Indien und auch der nordwestlichen Provinzen viel an Wohnung, Kleidung, Nahrung und Beschäftigung verbessert und namentlich die Reinlichkeit sehr vermehrt worden[1]. „Wir wissen, dass viel durch hygienische Verbesserungen geschehen kann, um auf das Vorkommen der Cholera in einzelnen Lokalitäten zu wirken und ihre Heftigkeit zu vermindern. Davon kann es kein schlagenderes Beispiel geben, als die Gefängnisse in Ober-Indien. Im Jahre 1860, um nicht weiter zurückzugreifen, starben 223 Gefangene an Cholera von einer durchschnittlichen Anzahl von 14,468. Im nächsten Jahre 1861 ergaben sich unter 15,662 Gefangenen 524 Todesfälle an derselben Ursache. 1863 starben von beiläufig der gleichen Anzahl (15,526) 156. In der Epidemie des Jahres 1867 starben von 15,107 nur 31, in der von 1869 von 18,587 nicht mehr als 88, und in der Epidemie von 1872 nur 43 von 16,788 Gefangenen." Das Gleiche hat Cornish in seinem Berichte über 1871 für die Präsidentschaft Madras nachgewiesen.

Verhältniss der jährlichen Sterblichkeit an Cholera in den Gefängnissen der Präsidentschaft Madras per 1000 Gefangene:

Jahr	Cholera-Todesfälle	Jahr	Cholera-Todesfälle
1861/62	26.3	1867	0.8
1862/63	23.0	1868	0.2
1663/64	15.6	1869	4.3
1864/65	21.3	1870	1.5
1865	30.0	1871	0.7
1866	25.5		

Hiemit beendige ich vorläufig die Mittheilungen aus dem officiellen Berichte über die Cholera von 1872 in Nord-Indien von J. M. Cuningham. Nach allem, was ich mitgetheilt, ist es ganz überflüssig, die Arbeit der Aufmerksamkeit der Sachverständigen in Europa noch besonders zu empfehlen. Der Ernst, die Ruhe, die Ordnung, Klarheit und Unparteilichkeit, die aus dem Ganzen spricht, überhebt mich dieser Mühe. Ich betrachte die Cuning-

1) Siehe Administration Report of the Jails of the Lower Provinces Bengal Presidency. By F. J. Mouat m. D. Calcutta 1870.

ham'sche Arbeit als ein günstiges Vorzeichen, dass wir von der Cholera, die zu einer ernsten Weltfrage geworden ist, nun bald etwas mehr wissen, und dann auch mehr dagegen thun können werden, als bisher. Zum Schlusse muss ich Cuningham nur noch vor einem voraussichtlichen Missverständnisse zu schützen suchen, dem er bei einer grossen Zahl von Aerzten und Nicht-Aerzten in Europa wahrscheinlich sofort begegnen wird, nämlich, dass er das, was nach der Ansicht der Meisten allein feststehe, die Verbreitung der Cholera durch den menschlichen Verkehr, bestreite, weil er so entschieden gegen die contagionistische Lehre auftritt. Das wäre eine grosse Ungerechtigkeit gegen Cuningham, der auf Grund der zahlreichen ihm vorliegenden und von ihm genau geprüften Thatsachen nur nicht zugeben kann, dass die specifische Choleraursache von Cholerakranken erzeugt und durch den Krankheitsprocess vermehrt werde, sondern sich zur Annahme gezwungen sieht, dass diese Ursache ausserhalb, in der Umgebung des Kranken zu suchen sei. Er bestreitet nicht, sondern gesteht sogar ausdrücklich zu, dass diese Ursache durch den menschlichen Verkehr von einem Orte zum andern verbreitet werden könne und verbreitet werde, und hält nur für Indien, für seinen Choleraschauplatz, auch noch die Frage offen, ob denn der menschliche Verkehr allein, ob denn nicht auch z. B. die Luft, namentlich wie sie in Indien beschaffen ist — dieses feine leichte Etwas von einem Orte zum andern trägt, wo es sich dann vermehrt oder nicht vermehrt, je nachdem es die örtlichen und zeitlichen Bedingungen seiner Entwicklung findet. Cuningham spricht es nicht geradezu aus in seinem Berichte, dass er für Indien auch die Verbreitung durch die Luft von Ort zu Ort annehme, aber es ist zwischen den Zeilen zu lesen. Als gründlicher und objektiver Forscher muss er sich sogar so stellen, und darf die Frage nicht verneinen, so lange er nicht mit Thatsachen den Gegenbeweis führen kann. Durch die Fragestellung im Eingange zu seinem Berichte gibt er unzweideutig zu erkennen, dass er die Verbreitung durch den Verkehr annimmt, dass er aber scharf unterscheidet und trennt zwischen contagiösen und sonst verbreitbaren — oder, wie ich gewöhnlich sage, „verschleppbaren" Krankheiten. Auch er hält diese Trennung der Begriffe für einen

Cardinalpunkt, den er an die Spitze stellt, für eine Frage, die jetzt zum Austrage kommen muss, da von deren Beantwortung die künftige Richtung und mit dieser der Fortschritt in der ganzen Cholerafrage abhängt. Die Resultate in Indien zeigen bereits, dass die Frage, ob contagiös oder verschleppbar mehr als ein Streit um Worte ist, und dass wir auch praktisch eine ganz andere Stellung zu nehmen haben, je nachdem wir die Cholera als eine contagiöse oder verschleppbare Krankheit betrachten.

Es ist vielleicht an der Zeit, die viel gebrauchten und abgenützten Worte Contagium und Miasma, mit denen wir nicht mehr die alten Begriffe verbinden, jetzt auch aus der Terminologie zu streichen und neue Bezeichnungen für unsere gegenwärtigen Vorstellungen zu wählen, anstatt immer die alten beizubehalten und etwas Anderes darunter zu verstehen als früher. Wie unsere Kenntnisse und Anschauungen darüber jetzt beschaffen sind, handelt es sich bei den sonst sogenannten Contagien und Miasmen doch nur um Krankheitsstoffe, welche man schon längst unter einem gemeinsamen Begriffe, nämlich unter Infektionsstoff zusammenfasst. Man leitet sowohl die Syphilis als auch das Wechselfieber von specifischen Infektionsstoffen ab, die in den Körper gelangen, und der wesentliche Unterschied besteht nur in der Verschiedenheit ihrer specifischen Natur und der Art ihrer Entstehung und Mittheilung. Einige dieser Infektionsstoffe, z. B. der syphilitische, pflanzen sich fort und vermehren sich bloss im Organismus des Inficirten, des daran Erkrankten, andere, z. B. der Malariainfektionsstoff, pflanzen sich nicht in den daran Erkrankten, sondern nur in ihrer Umgebung fort; wieder andere, z. B. vielleicht die Blattern, auf beiden Wegen.

Diese beiden Kategorien von Infektionsstoffen könnte man vielleicht deutlicher, als es bisher mit Contagium und Miasma geschehen ist, mit Ausdrücken bezeichnen, welche die Vermehrung des specifischen Stoffes innerhalb oder ausserhalb des Organismus der Kranken andeuten, z. B. mit den dem Griechischen entnommenen Wörtern entogen (innerhalb entstehend) und ektogen (ausserhalb entstehend). Die ektogenen Infektionsstoffe würden wieder in zwei Unterabtheilungen zerfallen, in solche, welche an

den Ort ihres Entstehens gefesselt und durch den Verkehr des Menschen von einem Orte zum andern nicht verbreitbar sind, wie man es bisher vom Malariainfektionsstoffe angenommen hat, und in solche, welche örtlich entstehen und durch den menschlichen Verkehr in lebensfähigem Zustande verbreitbar, oder wie man bisher gewöhnlich sagte, „verschleppbar" sind. Nach meiner und Anderer Anschauung rühren Cholera, Gelbfieber und Abdominaltyphus von ektogenen verschleppbaren Infektionsstoffen her, welche sich an jedem Orte, wo sie vom Menschen hingebracht, ihre Wirkungen äussern, nur ektogen und nie entogen sich vermehren und weiter wirken können.

Dr. Max v. Pettenkofer.

Notiz über den Fettgehalt der Frauenmilch.

Von

Dr. Adrian Schukowsky.

In seiner interessanten Abhandlung über die Zusammensetzung der Frauenmilch führt Dr. Th. Brunner[1]) eine Reihe von Analysen vor, deren Resultate sich in Beziehung des Fettgehaltes dieser Flüssigkeit wesentlich von denen anderer Untersuchungen unterscheiden.

Zur Bestimmung der Fettmenge in der Milch wandte er die Trommer'sche Methode an, die darin besteht, dass man eine gewisse Quantität der Milch mit Marmorpulver mischt und trocknet, und dann nach dem Pulverisiren das Fett mit Aether auszieht.

Darnach erhält Brunner in der Frauenmilch im Mittel nur 1.73 % Fett (mit den Grenzwerthen 0.24—4.41%), während die früheren Untersucher der Frauenmilch 2.54—3.80% Fett angaben. Brunner wendete gegen letztere ein, dass dabei das Fett meist nicht direkt bestimmt, sondern nur aus dem Gewichtsverlust berechnet worden sei; die Abweichungen seiner Analysen schob er zum Theil auf den Umstand, dass früher meist bald nach der Geburt abgesonderte Milch analysirt wurde, während er die meisten Milchproben von Frauen genommen, die schon vor mehreren Monaten geboren hatten.

Für die Beurtheilung des Nährwerthes der Frauenmilch ist es nun durchaus nicht gleichgiltig, ob dieselbe nur 1.73 % Fett oder wesentlich mehr einschliesst.

Ich habe früher viele Analysen von Frauenmilch im Findelhause zu Moskau, woselbst mir ein sehr reichliches Material zur Verfügung

1) Archiv f. Physiologie von Pflüger 1873 Bd. VII. S. 440.

stand, gemacht. Ich überzeugte mich damals, dass die normale Milch einer gesunden Frau, die ihr Kind stillt, sehr selten weniger als 3 % Fett enthält. Ich habe nur dann eine geringere Quantität derselben beobachtet, wenn die Frau krank war, oder wenn sie sich schlecht ernährte; im letzteren Falle habe ich einmal den Fettgehalt der Milch bis auf 0.86 % sinken sehen. Tritt an die Stelle einer reichlichen Nahrung eine schlechte, so übt dies einen sehr schädlichen Einfluss auf die Säuglinge aus, indem die Zahl der erkrankten und gestorbenen Kinder zunimmt.

Während also nach meinen früheren Beobachtungen eine normale Frauenmilch im Mittel 3 % Fett enthalten soll, ergibt sich bei 20 Analysen Brunner's nur 3 mal eine höherer Werth als 3% und nur 2 mal ein höherer als 2 %; alle übrigen Analysen gaben ihm weniger als 2 % und bei 6 erhielt er sogar weniger als 1 %. Das Mittel aller Bestimmungen war darnach 1.73 %.

Ich habe meine früheren Versuche mit Milch von Frauen angestellt, welche wenigstens einen Monat vorher geboren hatten. Um mich nun zu überzeugen, ob die Milch kürzere Zeit nach der Geburt den gleichen Fettgehalt zeigt, habe ich im Laboratorium von Prof. Voit noch zwei Fettbestimmungen in Frauenmilch gemacht, welche ich durch die gütige Vermittlung des Herrn Hofraths von Hecker aus der Münchener Gebäranstalt erhielt. Die Analysen wurden genau nach der von mir schon beschriebenen Methode[1]) ausgeführt.

a) 35 Jahre alt, Erstgebärende; stillt ihr Kind. Die Milch vom sechsten Tage nach der Geburt hat eine neutrale Reaktion, ein specifisches Gewicht von 1030 und einen Fettgehalt von 3.24 %.

b) 21 Jahre alt, stillt ihr Kind. Die Milch vom siebenten Tage nach der Geburt hat eine neutrale Reaktion, ein specifisches Gewicht von 1031 und einen Fettgehalt von 3.85%.

Die Milch enthielt demnach auch in diesen Fällen nicht weniger als 3% Fett; Brunner gibt dagegen in Frauenmilch, 6 Tage nach der Geburt, nur 1.03—2.08 % Fett an.

1) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1872 Bd. V S. 76.

Tolmatscheff[1]) fand (durch Erschöpfung der ausgefällten Eiweisskörper, die das Fett mit einschlossen, mit Aether) wie ich 4—15 Tage nach der Geburt 2.47—3.18 % Fett, 30—36 Tage nachher allerdings auch nur 1.62—1.71 %, im Mittel aus 5 Bestimmungen 2.38 %.

Da Brunner in seiner Arbeit (S. 451) ausdrücklich sagt, dass die von ihm untersuchten Milchsorten sämmtlich von gut genährten und gesunden Frauen stammten, also normal waren, so kann ich nur in der von ihm befolgten Methode der Fettbestimmung den Grund der auffallenden Differenzen suchen. Ich habe früher schon gegen das Verfahren von Trommer den Einwand erhoben, dass man durch Aether das Fett nicht vollkommen aus der mit Gyps oder Marmor eingetrockneten Milch ausziehen könne, wogegen Brunner anführte, dass mehrere mit derselben Milch nach dieser Methode ausgeführte Bestimmungen sehr genau übereinstimmten. Letzteres ist aber noch kein Beweis dafür, dass das Fett alles erschöpft ist, denn es können zwei nach einer fehlerhaften Methode gleichmässig ausgeführte Analysen ganz übereinstimmende Resultate geben.

Ich glaube, dass der von Brunner angegebene mittlere Fettgehalt der normalen Frauenmilch (1.73 %) einer weiteren Bestätigung bedarf, ehe man ihn endgültig für richtig erklärt.

---

1) Hoppe-Seyler med.-chem. Unters. Heft 2, S. 275.

Ueber die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch und Kohlehydraten und Kohlehydraten allein.

Von

M. v. Pettenkofer und C. Voit.

Wir haben in früheren Abhandlungen [1]) unsere Versuche über die Zersetzungsvorgänge im Hunde beim Hunger, bei Fütterung mit Fleisch allein und bei Fütterung mit Fleisch unter Zusatz von Fett beschrieben.

Es hatte sich dabei herausgestellt, dass durch Fleisch die beim Hunger stets stattfindende Abgabe von Eiweiss und Fett aufgehoben werden kann, indem unter allmählich geringer werdendem Eiweissverluste der Körper immer weniger Fett einbüsst, ja schliesslich Eiweiss ansetzt oder selbst Fett aus dem zersetzten Eiweisse ablagert, nämlich dann, wenn aus dem Eiweisse ebensoviel und mehr Fett entsteht, als sonst beim Hunger zerfallen würde. Bei Zusatz von Fett zum Fleisch sind die Zersetzungen qualitativ die gleichen, es tritt nur der Punkt, wo ein Ansatz von Eiweiss und von Fett stattfindet, früher ein; die Ablagerung von Fett geschieht hier auf Kosten des aus dem zersetzten Eiweisse abgespaltenen Fettes mit Hinzuziehung des aus der Nahrung aufgenommenen. Denn ist einmal die Spaltung des Eiweisses in Fett und andere Produkte vor sich gegangen und tritt dann die Zersetzung des Fettes ein, so ist es gleichgültig, woher das letztere kommt, ob es eben erst aus dem Darme eingetreten oder aus dem Eiweisse entstanden ist.

---

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 369—392. 1871. Bd. VII S. 433—497. 1873. Bd. IX. S. 1—40.

Es ist von dem grössten Interesse, zu wissen, ob andere stickstofffreie Stoffe, wie z. B. die Kohlehydrate, sich in ihren qualitativen Wirkungen ebenso wie das Fett verhalten und in welchen Quantitäten sie dies thun. Es ist also die Frage, ob diese Substanzen ähnlich wie das Fett die Zersetzung des Eiweisses etwas hemmen und dadurch weniger Eiweiss in der Nahrung nöthig machen, ob unter ihrem Einflusse auch die Abgabe von Fett vom Körper aufgehoben wird oder sogar ein Ansatz von Fett stattfindet, und endlich, ob dieses Fett direkt aus ihnen hervorgeht. Von der Meinung ausgehend, dass unter bestimmten äusseren Bedingungen eine bestimmte Aufnahme von Sauerstoff erfolge, welcher dann durch die im Körper befindlichen Stoffe in Beschlag genommen werden müsse, d. h. dass der Sauerstoff die primäre Ursache der Zerstörung im Thierorganismus sei und dass diejenigen Momente, welche geeignet seien, mehr davon in das Blut zu bringen, auch entsprechend die Stoffzersetzung im Körper erhöhen, liess man die Stoffe je nach den zu ihrer Ueberführung in die letzten Zersetzungsprodukte nöthigen Sauerstoffquantitäten sich ersetzen und einander vertreten; so glaubte man, 100 Fett thun das Gleiche wie 240 Stärkemehl, da erstere zur Umwandlung in Kohlensäure und Wasser ebensoviel Sauerstoff brauchen als letztere. Es müsste dann unter sonst gleichen Umständen für 100 Fett 240 Stärkemehl verbrannt werden oder es müsste die Kohlensäureausscheidung bei Verzehrung von Fett sich zu der bei Verzehrung von Stärkemehl stets wie 100 : 140 verhalten. Man liess dann ferner aus den Kohlehydraten Fett hervorgehen, aber Niemand hat angegeben oder sich nur eine Vorstellung davon gemacht, ob diese Fettbildung stets bei der Zersetzung der Kohlehydrate geschieht oder nur wenn dieselben in überschüssiger Menge dargereicht werden, und in welcher Quantität das Fett aus dem Stärkemehl entstehen soll; verhielten sich in dieser Beziehung ebenfalls 240 Stärkemehl wie 100 Fett, so müsste bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten ein entsprechender Fettansatz leicht darzuthun sein, ähnlich wie wir bei Zufuhr von 350 Fett eine Ablagerung von 186 Fett am Körper constatirten.

Dass in Beziehung der Eiweisszersetzung 240 Stärkemehl sich nicht gleich verhalten wie 100 Fett, hat der eine von uns (V.)

früher schon besprochen.[1]) Darnach verringern erstens mehr Kohlehydrate stetig den Umsatz des Eiweisses, das Fett bewirkt dagegen in grösserer Menge gereicht bei gleichzeitigen geringen Gaben von Fleisch eine Zunahme des Eiweissumsatzes, bei mittleren Fleischgaben ein Gleichbleiben desselben, bei grösseren eine Herabsetzung; zweitens wirken auf die Eiweisszersetzung 240 Stärkemehl nicht wie 100 Fett, sondern gleiche Gewichtstheile Kohlehydrate wirken sogar mehr wie Fett, was von wesentlicher Bedeutung, namentlich für die Ernährung des Pflanzenfressers ist; derselbe braucht bei Verzehrung von viel Kohlehydraten weniger Eiweiss in der Nahrung, um den Eiweissstand seines Körpers zu erhalten oder zu vermehren, als wenn er zu dem Eiweiss Fett geniessen würde.

Es ist demnach die Aufgabe dieser Abhandlung, zuzusehen, wie sich der Verbrauch der Kohlehydrate im Körper des Fleischfressers gestaltet, wenn sie mit Fleisch oder für sich allein gegeben werden; in welchen Quantitäten man sie geben muss, um den Körper auf seinem Bestande zu erhalten, und wie sie sich in dieser Beziehung zu dem Fette verhalten; und endlich, ob von den aufgenommenen Kohlehydraten wie von dem Fette ein Theil unzersetzt im Körper, z. B. als Fett, abgelagert werden kann und wie sich dann ein solcher Ansatz zu dem aus dem Fette der Nahrung verhält.

Die hierher gehörigen Versuche, bei denen der Umsatz des Eiweisses aus den stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten, der der übrigen Stoffe aus den Bestimmungen der durch Haut und Lungen abgegebenen gasförmigen Produkte erschlossen wurde, wurden an dem nämlichen grossen Hunde angestellt, der zu den früher mitgetheilten gedient hatte. Die Methoden sind in unseren früheren in dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlungen genauer angegeben.

Die nachfolgende Tabelle giebt zunächst eine chronologisch geordnete Uebersicht über die Ergebnisse der 27 Versuche.[2]) Die Hauptresultate der Versuche 1—19 und 25 sind schon früher in den Annalen der Chemie und Pharmacie (1862 Suppl.-Bd. II.) mitgetheilt worden.

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 431—451.

2) Die eingeklammerten Zahlen sind nicht direkt bestimmt, sondern auf schon früher angegebene Weise berechnet.

Nro.	Datum	Nahrung			Harn		Respiration				
		Fleisch	Kohle-hydrat	Wasser	Menge	Harnstoff	CO_2	HO	H	CH_2	O
1	27. Febr. 1861.	400	250 St.	390	312	30.8	544.9	(723.0)	—	—	(439.7)
2	2. März 1861.	400	250 Z.	350	276	26.9	537.8	(720.9)	—	—	(434.7)
3	28. März 1861.	0	450 St.	405	309	13.6	545.7	(636.8)	—	—	(429.6)
4	30. März 1861.	800	450 St.	339	504	42.8	663.6	(821.3)	—	—	(472.2)
5	1. April 1861.	1800	450 St.	701	1035	105.7	840.8	(1240.3)	—	—	(611.2)
6	4. Mai 1861.	0	700 St.	507	388	12.7	696.0	—	—	—	—
7	5. Juni 1861.	0	700 St.	869	392	13.8	547.1	—	—	—	—
8	22. April 1862.	500	200 St.	144	451	42.1	423.8	144.1	—	—	171.1
9	27. April 1862.	500	200 St.	159	390	41.8	410.6	368.6	—	—	393.2
10	30. April 1862.	500	200 St.	141	394	38.6	407.9	198.3	—	—	265.8
11	2. Mai 1862.	500	200 St.	147	419	40.5	411.1	205.4	—	—	262.8
12	5. Mai 1862.	500	200 St.	169	396	40.6	426.7	305.4	—	—	282.0
13	8. Mai 1862.	500	200 Z.	0	389	38.0	588.5	218.8	—	—	368.8
14	11. Mai 1862.	500	200 Z.	0	398	40.2	403.1	124.4	—	—	215.9
15	14. Mai 1862.	500	200 Z.	0	384	37.3	419.9	328.9	—	—	233.7
16	17. Mai 1862.	500	200 Z.	0	418	37.8	413.7	220.7	—	—	202.2
17	21. Mai 1862.	500	200 St.	144	436	42.0	416.0	359.9	7.2	4.1	305.0
18	27. Mai 1862.	500	200 St.	164	362	34.7	420.6	295.2	5.2	6.3	240.9
19	30. Mai 1862.	500	200 St.	197	347	36.9	428.3	360.1	7.2	4.7	258.7
20	8. Juli 1863.	1500	200 St.	520	987	104.2	866.9	1025.8	—	—	759.5
21	12. Juli 1863.	1500	200 St.	156	1051	104.8	678.8	763.4	8.4	0	561.5
22	18. Juli 1363.	400	400 St.	385	538	28.4	577.7	484.9	5.2	0	467.5
23	12. Juli 1873.	0	700 St.	1000	446	10.9	785.2	—	—	—	—
24	14. Juli 1873.	0	577 St.	1000	457	17.5	799.5	—	—	—	—
25	8. März 1861.	0	800 Brod	963	410	21.3	580.2	(623.4)	—	—	(448.9)
26	23. Juli 1863.	0	900 Brod	964	694	23.4	658.8	561.5	0.9	0	477.9
27	25. Juli 1863.	0	900 Brod	853	918	24.7	603.5	480.7	8.4	—	522.2

Wir wollen bei der näheren Auseinandersetzung der Versuchsresultate wie früher nicht eine chronologische Reihenfolge einhalten, sondern mit den Fütterungsreihen mit den geringsten Fleischmengen beginnen und zu denen mit grösseren übergehen und dann die bei ausschliesslicher Stärkemehl-Darreichung und die bei Brodgenuss anreihen.

I. Abschnitt.

1) 400 Fleisch und 250 Stärkemehl.

Reihe vom 25.—28. Februar 1861.

Der Hund erhielt vom 25.—28. Februar 1861 während 3 Tagen je 400 Fleisch und 250 lufttrockenes Stärkemehl, nachdem eine Reihe vom 20.—25. Februar bei Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett vorausgegangen war, wobei am letzten Tage noch 50 Fleisch vom Körper abgegeben und 41 Fett angesetzt wurden, so dass das Thier dabei auf Kosten von 450 Fleisch und 159 Fett lebte.

In der Reihe vom 25.—28. Februar wurden folgende Harnstoff-Quantitäten entleert und folgende Fleischmengen zersetzt:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1.	30.9	438
2.	29.8	423
3.	30.8	436

Es wurde also immer noch etwas Fleisch vom Körper abgegeben wie in der vorausgehenden Reihe mit Fett, nur etwas weniger, da das Stärkemehl etwas mehr Eiweiss erspart als das Fett.

Am dritten Tage der Fütterung, den 27. Februar, kam der Hund in den Respirationsapparat, um auch etwas über die übrigen Zersetzungen zu erfahren. Es wurde zwar damals nur die Kohlensäure der Athemluft bestimmt; wir können jedoch daraus den Umsatz der kohlenstoffhaltigen Stoffe entnehmen und dann auch nach den früher gemachten Annahmen und Vorbehalten die Menge des zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthigen Sauerstoffs und die Abgabe von Wasserdunst berechnen.

Wir erhielten:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
27. Februar	32.920	390	312	30.8	544.9
28. „	32.830				

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergiebt:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6	5.2
Stärke 250.0	39.5	93.5	13.0	—	104.0	—
Fett 10.2	—	7.8	1.2	—	1.2	—
Wasser 390.0	390.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . 439.7	—	—	—	—	439.7	—
1489.9	733.1	151.4	21.1	13.6	565.5	5.2
	81.5 H		81.5		651.6	
	651.6 O		102.6		1217.1	
Ausgaben:						
Harn 312.0	271.8	8.7	2.3	14.4	10.3	4.6
Koth [1]) 33.0	22.2	4.8	0.7	0.5	3.4	1.4
Respiration . . . 1267.9	723.0	148.6	—	—	396.3	—
1612.9	1017.0	162.1	3.0	14.9	410.0	6.0
	113.0 H		113.0		904.0	
	904.0 O		116.0		1314.0	
Differenz = — 123.0	—	— 10.7	— 13.4	— 1.3	— 96.9	— 0.8

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	162.1	116.0	14.9	874.3	6.0
in 436.5 Fleisch	54.7	44.4	14.9	317.0	5.7
in 250.0 Stärke	93.5	17.4	0	139.0	0
in 10.2 Fett (der Nahrung)	7.8	1.2	0	1.2	0
in 7.9 Fett (vom Körper)	6.1	1.0	0	0.9	0
Rest Wasser	0	+ 52.0	0	+ 416.2	+ 0.3

Sauerstoff berechnet: 439.7.

1) Es wurden für die 3 Tage 99.1 frischer = 32.3 trockener Koth abgegrenzt.

Darnach fanden folgende Veränderungen am Körper statt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
436	— 36	210	18	— 8	— 107	440

Das dargereichte Stärkemehl wurde demnach ganz zersetzt und dafür weniger Fett vom Körper hergegeben, als wenn 400 Fleisch allein dargereicht worden wären. Mit 400 Fleisch und 211 trockener Stärke (mit 10 Fett) erhält sich unser Hund nicht ganz auf seiner Zusammensetzung, er giebt noch von seinem eigenen Fleische (36 Grm.) und von dem in ihm befindlichen Fette (8 Grm.) ab. Zur Erhaltung hätte man daher etwas mehr Fleisch und etwas mehr Stärkemehl füttern müssen.

Da dieser Reihe eine andere bei Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett vorausging, so kann man hier die Wirkungen des Fettes und des Stärkemehls der Nahrung gut mit einander vergleichen.

Wir erhielten nämlich:

Nahrung	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Sauerstoff nöthig
{ 400 Fleisch . . 200 Fett . . .	— 50	+ 41	586
{ 400 Fleisch . . 210 Stärke . .	— 36	— 8	440

Der Hund hätte im ersten Falle mit etwa 500 Fleisch und 159 Fett ausgereicht und im zweiten mit etwa 480 Fleisch und 235 Stärkemehl; oder für die Vorgänge im Thierkörper leisteten 148 Theile Stärkemehl die gleichen Dienste wie 100 Theile Fett. Die zur völligen Verbrennung nöthige Menge Sauerstoff war in den beiden Reihen nicht die gleiche, sondern sie betrug bei der Fettfütterung 586 Grm., bei der Stärkemehlfütterung nur 440 Grm. Die Kohlensäureausscheidung fiel bei letzterer sogar geringer aus als bei ersterer.

Wir haben früher [1]) schon darauf aufmerksam gemacht, dass

1) Diese Zeitschrift 1873. Bd. IX S. 4.

bei dieser Reihe der Verbrauch an stickstofffreien Stoffen ein bedeutender ist, da der Körperzustand des Thieres durch die der Fettreihe vorausgehende Fütterung mit gemischter Kost und mit 1800 Fleisch ein sehr guter war, und da namentlich durch das gemischte Fressen und die fünftägige Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett eine reichliche Ablagerung von Fett stattgefunden hatte.

2) 400 Fleisch und 250 Traubenzucker.

Reihe vom 28. Februar bis 3. März 1861.

Nach Vollendung der Reihe mit 400 Fleisch und 250 Stärkemehl wurden dem Thiere während 3 Tagen (vom 28. Februar bis 3. März) je 400 Fleisch und 250 krystallisirter Traubenzucker (= 227.3 trocken) gegeben, um zu sehen, ob der letztere die gleichen Erfolge im Körper nach sich zieht wie das im Darme in Traubenzucker übergehende Stärkemehl.

Am dritten Tage der Fütterung, am 2. März, wurde im Respirationsapparate die Ausscheidungsgrösse der Kohlensäure bestimmt; wir fanden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
2. März	32.650	350	276	26.9	537.8
3. „	32.550				

Darnach berechnen sich als Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6	5.2
Zucker	250.0	22.7	90.9	15.2	—	121.2	—
Wasser	350.0	350.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	434.7	—	—	—	—	434.7	—
	1434.7	676.3	141.0	22.1	13.6	576.5	5.2
		75.1 *H*		75.1		601.2	
		601.2 *O*		97.2		1177.7	

	HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 276.0	240.9	7.6	2.0	12.6	9.0	4.0
Koth[1]) 38.7	26.2	5.4	0.8	0.8	1.7	3.8
Respiration . . . 1258.7	720.9	146.6	—	—	391.2	
1573.4	988.0	159.6	2.8	13.4	401.9	7.8
	109.8 H		109.8		878.2	
	878.2 O		112.6		1280.1	
Differenz = — 138.7	—	— 18.6	— 15.4	+ 0.2	— 102.4	— 2.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	159.6	112.6	13.4	845.4	7.8
in 392.9 Fleisch	49.2	39.9	13.4	285.3	5.1
in 250.0 Zucker	90.9	17.7	0	141.4	0
in 22.5 Fett (vom Körper)	19.5	3.0	0	3.0	0
Rest Wasser	0	+ 51.9	0	+ 415.7	+ 2.7

Sauerstoff berechnet: 431.7.

Es wurde also im Körper zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
393	+ 7	227	25	— 25	— 115	435

Der Kohlenstoff des von dem Thiere verzehrten und in die Säfte aufgenommenen Traubenzuckers verschwand im Verlaufe von 24 Stunden ganz aus dem Körper und dafür büsste letzterer weniger Fett ein, als wenn ausschliesslich 400 Fleisch dargereicht worden wären.

Mit 400 Fleisch und 227 trockenem Traubenzucker erhielt sich der Hund nicht; er verlor zwar kein Fleisch mehr, sondern setzte 7 Grm. davon an, aber er gab immer noch 25 Grm. von seinem Fettvorrathe ab.

1) Es wurden für die 3 Tage 116.0 frischer = 37.5 trockener Koth abgegrenzt.

Die Zusammenstellung der Umsetzungen bei Fütterung mit Stärkemehl und Traubenzucker thut dar, dass letzterer sich im Thierkörper ebenso verhält wie das erstere.

Nahrung	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Kohle-hydrat zersetzt	Fett zer-setzt	Fett am Körper	Sauer-stoff nöthig
400 Fleisch 211 Stärke 10 Fett	436	— 36	211 St.	18	— 8	440
400 Fleisch 227 Zucker 0 Fett	393	+ 7	227 Z.	25	— 25	435

Da aus 211 Stärke 233 Traubenzucker entstehen, so sollten die Resultate der beiden Versuche die gleichen sein; in der That sind die Differenzen so gering, dass sie nahezu in die Fehlerquellen fallen. Der Sauerstoffverbrauch ist der nämliche, die Fettabgabe ist nur wenig verschieden. Im Uebrigen gelten die Bemerkungen, welche bei Darlegung der Resultate des vorigen Versuches gemacht worden sind.

3) 400 Fleisch und 400 Stärkemehl.

Reihe vom 13.—20. Juli 1863.

Vom 8.—13. Juli war der Hund mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl gefüttert worden und er hatte dabei, wie wir unten S. 477 darthun werden, alles Stärkemehl zersetzt und sich nahezu im Stoffgleichgewichte erhalten. Darauf folgte nun die siebentägige Reihe (vom 13.—20. Juli), in welcher das Thier täglich 400 Fleisch und 400 Stärkemehl erhielt. Es wurden dabei an Harnstoff ausgeschieden und an Fleisch zersetzt:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1)	42.8	611
2)	36.6	525
3)	31.6	456
4)	31.0	447
5)	33.4	482
6)	28.4	413
7)	31.1	449

Da der Körper des Thieres sich vorher mit viel Fleisch (unter Zusatz von Stärkemehl) nahezu ins Stoffgleichgewicht gesetzt hatte, so wurde jetzt hier nach bekannten Regeln Fleisch vom Körper

abgegeben und zwar in den ersten Tagen mehr als in den späteren; aber auch zuletzt war noch nicht der Punkt gekommen, wo das Stickstoffgleichgewicht mit 400 Fleisch sich hergestellt hatte.

Den sechsten Tag der Fütterung, den 18. Juli, verbrachte der Hund im Respirationsapparate zur Bestimmung der gasförmigen Zersetzungsprodukte.

Wir erhielten dabei:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff auf
18. Juli	31.515	385	538	28.4	577.7	484.9	5.2	0	467.5
19. „	31.566								

Zerlegen wir die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so ergiebt sich:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6	5.2
Stärke	400.0	56.3	152.7	21.2	—	169.7	—
Fett	5.6	—	4.3	0.7	—	0.7	—
Wasser	385.4	385.4	—	—	—	—	—
Sauerstoff	467.5	—	—	—	—	467.5	—
	1658.5	745.3	207.1	28.8	13.6	658.5	5.2
		82.8 H		82.8		662.5	
		662.5 O		111.6		1321.0	
Ausgaben:							
Harn	538.0	501.9	8.9	2.1	13.3	7.5	4.4
Haare	1.7	(1.7)	—	—	—	—	—
Koth[1]	54.4	40.4	7.9	1.2	0.8	2.5	1.7
Respiration	1067.8	484.9	157.5	5.2	—	420.2	—
	1661.9	1028.9	174.3	8.5	14.1	430.2	6.1
		114.3 H		114.3		914.6	
		914.6 O		122.8		1344.8	
Differenz =	— 3.4	—	+ 32.8	— 11.2	— 0.5	— 23.8	— 0.9

1) Es wurden für die 7 Tage 380.6 frischer = 98.4 trockener Koth abgegrenzt.

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	174.3	122.8	14.1	877.2	6 1
in 413.2 Fleisch . . .	51.7	42.0	14.1	300.1	5.4
in 400.0 Stärke	152.7	27.5	—	219.8	0
in 39.5 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	30.2	4.7	0	4.6	0
Rest Wasser	0	— 58.0	0	— 362.0 nach $H = 464.0$	— 0.7

Sauerstoff berechnet: 381.6.
Sauerstoff auf: 467.5 (+ 22%).

Das nächste Resultat des Versuches ist, dass sich in den Ausgaben 30.2 Kohlenstoff weniger befinden als in der eingeführten Stärke und dem zerspaltenen Fleische, welche also im Körper in irgend einer Form abgelagert worden sind. Dieser Kohlenstoff könnte herrühren von dem Stärkemehl oder von dem zersetzten und nicht ganz oxydirten Fleische. Der Kohlenstoff des Stärkemehls könnte theilweise in Stoffe übergehen, welche für gewöhnlich nicht im Körper sich anhäufen, sondern noch weiter oxydirt werden, aber in der gegebenen Zeit nicht bis in die Ausscheidungsprodukte verwandelt worden sind, oder er könnte in stickstofffreie Substanzen eintreten, welche im Organismus sich vorfinden, wie z. B. in Milchsäure, glycogene Substanz, Zucker, Fett. Da aber das Stärkemehl vor dem Versuche schon seit 10 Tagen gegeben worden war, so müssten die Stoffe der ersten Gruppe sich in grosser Menge im Körper ansammeln und unvermeidlich Störungen eintreten. Wir wissen ferner auch nichts davon, dass sich die Stoffe der zweiten Gruppe, mit Ausnahme des Fettes, also Milchsäure, glycogene Substanz etc. etc. durch Stärkemehlfütterung Tag für Tag im Körper in erheblicher Menge anhäufen, wenn auch nicht geleugnet werden soll, dass möglicherweise durch die Kohlehydrate der Nahrung die Quantität der genannten, normal im Körper vorkommenden stickstofffreien Stoffe etwas vermehrt werden kann. Ob endlich aus den Kohlehydraten im Thierkörper Fett hervorgeht, ist nicht erwiesen, sicher ist aber aus unseren Versuchen, dass sie leichter bis zu Kohlensäure und Wasser zerfallen als das Fett; da nun neben dem

Stärkemehl in unserem Versuche noch etwas Fett dargereicht worden ist und aus dem Fleische (oder vielmehr dem Eiweisse) bei der Zersetzung immer Fett entsteht, wie wir nachgewiesen haben, so ist es vorläufig am wahrscheinlichsten anzunehmen, dass der nicht ausgeschiedene Kohlenstoff im Körper als Fett, welches aus dem Fette der Nahrung und dem aus dem Eiweisse hervorgegangenen Fette stammt, abgelagert worden ist.

Wir wollen gleich hier einen Gesichtspunkt hervorheben, den wir später noch weiter verfolgen werden, nämlich wie weit der in der Nahrung gereichte, aber binnen 24 Stunden nicht ausgeschiedene Kohlenstoff als Fettansatz und zwar als ein aus dem zersetzten Eiweisse und nicht aus den Kohlehydraten hervorgegangener gedeutet werden kann. Nach schon früher angestellten Betrachtungen kann man annehmen, dass aus 100 trockenem Eiweiss 51.4 Fett entsteht, aus 100 frischem Fleisch mit 22 Eiweiss also 11.22 Fett, so dass der Fettansatz in einem Tage, wenn er neben dem bereits in der Nahrung enthaltenen Fette keine andere Quelle als das in Zerfall kommende Eiweiss hat, nie mehr als 11% der zersetzten Fleischmenge ausmachen darf. Zur Prüfung dieses Gesichtspunktes geben die Fütterungen mit Fleisch und Stärke und mit Stärke allein wohl die beste Gelegenheit. Wenn nämlich bei allen unseren Versuchen mit Kohlehydratfütterung die genannten Quellen stets ausreichen und auch bei den grössten Mengen der Kohlehydrate der Nahrung diese niemals zu Hülfe genommen werden müssen oder sogar der zurückgehaltene Kohlenstoff in einer gewissen Beziehung zur Quantität des zersetzten Eiweisses steht, so gewinnt unsere Annahme ausserordentlich an Wahrscheinlichkeit. Wir wollen daher für jetzt diese Annahme machen, und werden dann später bei der Betrachtung aller Versuche auf diesen Gegenstand zurückkommen, um dann einen bestimmten Entscheid zu treffen. Darnach würde im Körper Folgendes vor sich gegangen sein:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
			Nahrung	Eiweiss			
413	— 13	344	+ 6	+ 39	+ 38	467	382

Es wurde also unter diesem Regime etwas Fleisch vom Körper noch abgegeben, dagegen Fett in etwas grösserer Menge angesetzt. Die ansehnliche Quantität von Stärkemehl wurde ganz zersetzt. Zur Erhaltung des Körperzustandes hätte man daher ein wenig mehr Fleisch und weniger Stärkemehl bedurft.

Vergleicht man das Resultat dieses Versuches bei Darreichung von 400 Fleisch und 344 trockenem Stärkemehl mit dem der vorher besprochenen Versuche, nämlich dem bei 400 Fleisch und 210 Stärke und dem bei 400 Fleisch und 200 Fett, wobei wir allerdings voraussetzen müssen, dass der Körperzustand des Thieres nicht sehr verschieden war, so erhalten wir:

Nahrung	Fleisch zersetzt	Kohlehydrat zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper
1) 400 Fleisch, 210 Stärke, 10 Fett	436	210	18	— 8
2) 400 Fleisch, 344 Stärke, 6 Fett .	413	344	0	+ 45
3) 400 Fleisch, 200 Fett	450	0	159	+ 41

Das Plus von 134 trockenem Stärkemehl im zweiten Versuche hat also bewirkt, dass etwas weniger Fleisch (5.7 Grm. trockene Substanz) vom Körper hergegeben und dabei Fett aus der Nahrung und dem zersetzten Eiweisse angesetzt worden ist, während beim ersten Versuche solches zerstört wurde. Beim dritten Versuche wurde für die stickstofffreien Stoffe durch 200 Fett nahezu das Gleiche geleistet wie durch 344 trockenes Stärkemehl, d. h. 100 Fett thaten die nämlichen Dienste wie 172 Stärkemehl. Der Vergleich der Reihe bei 400 Fleisch und 400 Stärke mit der vorausgehenden bei 1500 Fleisch und 200 Stärke soll bei Betrachtung der letzteren angestellt werden.

Wir müssen annehmen, dass in diesem Falle aus 413.2 zersetztem Fleische 39.5 Fett, d. i. 10 %, abgelagert worden sind, während 11% daraus entstehen können. Es ist daher die von uns erhaltene Zahl (10 %) durchaus keine unwahrscheinliche.

II. Abschnitt.

1) 500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 17. April bis 8. Mai 1862.

Dieser Reihe war eine 13tägige Fütterung mit 1500 Fleisch vorausgegangen, wobei der Hund schliesslich nahezu im Stoffgleichgewichte sich befand; er setzte nur aus dem zersetzten Eiweisse etwas Fett an.[1]) Darauf folgte vom 17. April bis 8. Mai während 21 Tagen die Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl, wobei folgende Harnstoffmengen ausgeschieden wurden:

	Harnstoff
1)	51.1
2)	40.1
3)	40.5
4)	42.5
5)	42.9
6)	42.2
7)	42.5
8)	43.3
9)	41.5
10)	40.9
11)	41.8
12)	38.2
13)	41.4
14)	38.6
15)	39.3
16)	40.5
17)	37.9
18)	40.0
19)	40.6
20)	40.1
21)	40.7

Dem Stickstoffgehalte des täglich verzehrten Fleisches entsprechen 37.5 Harnstoff; es ist also hier bis zum letzten Tage noch nicht das Stickstoffgleichgewicht eingetreten. In der ganzen Reihe verlor dadurch der Körper des Thieres 1576 Fleisch.

Während dieser Zeit wurden 5 Respirationsversuche angestellt, und zwar am 22., 27. und 30. April und am 2. und 5. Mai, d. i. am 6., 11., 14., 16. und 19. Tage der Fütterung; sie ergaben als Hauptresultate:

1) Siehe diese Zeitschrift 1871 Bd. VII S. 477.

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure	Wasser-	Sauerstoff
22. April	30.590	144	451	42.1	423.8	144.1	171.1
23. „	30.592						
27. „	30.040	159	390	41.8	410.6	368.6	393.2
28. „	30.127						
30. „	30.010	141	394	38.6	407.9	198.8	265.8
1. Mai	30.122						
2. „	29.970	147	419	40.5	411.1	205.4	262.8
3. „	30.051						
5. „	30.000	169	396	40.6	426.7	305.4	282.0
6. „	30.028						

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben der fünf Versuche führt zu folgenden Werthen:

a) Den 22. April:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	5.6	—	4.3	0.7	—	0.6	—
Wasser	144.0	144.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	171.1	—	—	—	—	171.1	—
	1020.7	556.5	141.1	19.7	17.0	280.0	6.5
		61.8 *H*		61.8		494.7	
		494.7 *O*		81.5		774.7	
Ausgaben:							
Harn	450.8	397.1	13.2	3.1	19.7	11.1	6.6
Koth	23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2	1.8
Respiration	467.9	144.1	115.6	—	—	308.2	—
	1042.2	557.1	132.6	3.7	20.0	320.5	8.4
		61.9 *H*		61.9		495.2	
		495.2 *O*		65,6		815.7	
Differenz =	— 21.5	—	+ 8.5	+ 15.9	— 3.0	— 41.0	— 1.9

1) Es wurden für die 21 Tage 493.7 frischer = 159.9 trockener Koth mit 3.88 und 3.71 % *N* und 23.76 % Asche abgegrenzt.

	C	H	N	$O.$	Asche
Gesammtverbrauch . . .	132.6	65.5	20.0	644.6	8.4
in 587.1 Fleisch . . .	73.5	59.7	20.0	426.3	7.6
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 19.8 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	15.1	2.4	—	2.3	—
Rest Wasser	0	+ 5.8	0	— 108.7 nach H = + 46.4	— 0.7

Sauerstoff berechnet = 326.2
Sauerstoff auf = 171.1 (— 52%.)

In den Ausgaben sind 15.1 Kohlenstoff weniger enthalten als in der eingenommenen Stärke und dem zerspaltenen Fleische, welche demnach im Körper zurückgeblieben sind; wir nehmen daher wie früher einstweilen an, dass sie aus dem zersetzten Eiweisse stammen. Wir erhalten also folgende Aenderungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
587	— 87	167	+ 6	+ 20	— 16	171

Der Körper verlor demnach bei 500 Fleisch und 167 trockenem Stärkemehl noch 87 Fleisch, er setzte aber 26 Fett aus der Nahrung und dem zersetzten Eiweisse an. Mit 500 Fleisch allein wird niemals Fett aufgespeichert, sondern es wird dabei, wie unsere Versuche an dem gleichen Hunde ergaben,[1]) stets noch Fett (47 Grm.) vom Körper abgegeben. Es sind hier aus 587 zersetztem Fleische 20 Fett = 3 % angesetzt worden.

1) Diese Zeitschrift 1871 Bd. VII. S. 444.

b) Den 27. April:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	4.0	—	3.1	0.5	—	0.5	—
Wasser	159.0	159.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	393.2	—	—	—	—	393.2	—
	1256.2	571.5	139.9	19.5	17.0	501.9	6.5
		63.5 *H*		63.5		508.0	
		508.0 *O*		83.0		1009.9	
Ausgaben:							
Harn	390.0	336.7	13.1	3.0	19.5	11.0	6.5
Koth	23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2	1.8
Respiration . .	779.2	368.6	111.9	—	—	298.6	—
	1192.7	721.2	128.8	3.6	19.8	310.8	8.3
		80.1 *H*		80.1		641.1	
		641 1 *O*		83.7		951.9	
Differenz =	+ 63.5	—	+ 11.1	— 0.8	— 2.8	+ 58.0	— 1.8

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . . .	128.8	83.7	19.8	558.7	8.3
in 582.6 Fleisch . . .	72.9	59.2	19.8	423.0	7.6
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 24.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	18.4	2.9	0	2.8	0
Rest Wasser	0	— 13.4	0	— 26.6 nach *H* = 107.2	— 0.7

Sauerstoff berechnet = 312.4
Sauerstoff auf = 393.2 (+ 26%)

Der Verbrauch im Körper stellt sich also wie folgt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
583	— 83	167	+ 4	+ 24	+ 55	393

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei dem vorigen Versuche. Aus dem zersetzten Fleische wurden 4 % Fett angesetzt.

c) Den 30. April:

	HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Stärke 200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett 5.4	—	4.1	0.6	—	0.6	—
Wasser 141.0	141.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . 265.8	—	—	—	—	265.8	—
1112.2	553.5	140.9	19.6	17.0	374.6	6.5
	61.5 *H*		61.5		492.0	
	492.0 *O*		81.1		866.6	
Ausgaben:						
Harn 394.0	344.8	12.1	2.8	18.0	10.2	6.0
Koth 23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2	1.8
Respiration . . . 606.2	198.3	111.2	—	—	296.7	—
1023.7	559.0	127.1	3.4	18.3	308.1	7.8
	62.1 *H*		62.1		496.9	
	496.9 *O*		65.5		805.0	
Differenz = + 88.5	0	13.8	+ 15.6	— 1.3	+ 61.6	— 1.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . . .	127.1	65.5	18.3	589.1	7.8
in 539.1 Fleisch . . .	67.5	54.8	18.3	391.5	7.0
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 19.1 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	14.6	2.3	0	2.2	0
Rest Wasser	0	+ 1.0	0	— 38.1 nach *H* = + 8.0	— 0.8

Sauerstoff berechnet = 311.9
Sauerstoff auf = 265.8 (— 17%.)

Es wurde also an diesem Tage im Körper zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiss		
539	— 39	167	+ 5	+ 19	+ 74	266

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den beiden vorausgehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3 % Fett angesetzt.

d) Den 2. Mai:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.8	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	5.5	—	4.2	0.7	—	0.6	—
Wasser	147.0	147.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	262.8	—	—	—	—	262.8	—
	1115.3	559.5	141.0	19.6	17.0	371.7	6.5
		62.2 *H*		62.2		497.3	
		497.3 *O*		81.8		869.0	
Ausgaben:							
Harn	417.8	366.2	12.7	2.9	18.9	10.7	6.3
Koth	23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2	1.8
Respiration . . .	616.5	205.4	112.1	—	—	298.9	—
	1057.8	587.5	128.6	3.5	19.2	310.8	8.1
		65.3		65.3		522.2	
		522.2		68.8		833.0	
Differenz:	+ 57.5	—	+ 12.4	+ 13.0	— 2.2	+ 36.0	— 1.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	128.6	68.8	19.2	570.2	8.1
in 563.8 Fleisch . . .	70.6	57.3	19.2	409.4	7.3
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 21.2 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	16.2	2.5	0	2.5	0
Rest Wasser	0	0	0	— 51.4 nach $H = 0$	— 0.8

Sauerstoff berechnet = 314.0
Sauerstoff auf = 262.8 (— 19%.)

Darnach gestalten sich die Zersetzungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
564	— 64	167	+ 6	+ 21	+ 46	263

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den drei vorhergehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 4 % Fett angesetzt.

e) Den 5. Mai:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Stärke	200.0	83.0	74.2	10.8	—	82.5	—
Fett	5.0	—	3.8	0.6	—	0.6	—
Wasser	169.0	169.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	282.0	—	—	—	—	282.0	—
	1156.0	581.5	140.6	19.6	17.0	390.8	6.5
		64.6 H		64.6		516.9	
		516.9 O		84.2		907.7	

	HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 395.9	344.2	12.7	2.9	18.9	10.7	6.3
Koth 23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2	1.8
Respiration . . . 732.1	305.4	116.3	—	—	310.4	—
1151.5	665.5	132.8	3.5	19.2	322.3	8.1
	73.9 *H*		73.9		591.6	
	591.6 *O*		77.4		913.9	
Differenz: + 4.5	—	+ 7.8	+ 6.8	— 2.2	— 6.2	— 1.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	132.8	77.5	19.2	631.8	8.1
in 565.3 Fleisch . . .	70.8	52.5	19.2	370.8	7.3
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 16.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	12.2	1.9	0	1.9	0
Rest Wasser	0	— 12.9	0	— 151.1 nach *H* = 103.2	— 0.8

Sauerstoff berechnet = 329.7
Sauerstoff auf = 282.0 (— 17%.)

Wir erhalten demnach folgende Veränderungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
565	— 65	167	+ 5	+ 16	+ 1	282

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den vier vorhergehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3% Fett angesetzt.

Wir stellen nun die Werthe obiger 5 Versuche, bei denen täglich 500 frisches Fleisch und 167 trockenes Stärkemehl zugeführt wurden, des leichteren Vergleiches halber, übersichtlich zusammen:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
a) 587	— 87	167	+ 6	+ 20	— 16	171	326
b) 583	— 83	167	+ 4	+ 24	+ 55	393	312
c) 539	— 39	167	+ 5	+ 19	+ 74	266	312
d) 564	— 64	167	+ 6	+ 21	+ 46	263	314
e) 565	— 65	167	+ 5	+ 16	+ 1	282	330
Mittel: 568	— 68	167	+ 5	+ 20	+ 32	275 — 16%	319

Im Mittel wurden demnach im Tage 68 Fleisch mehr zerfällt, als in dem Futter enthalten war, aber es wurden dagegen 20 Fett (= 3 %) aus dem zersetzten Fleische nicht weiter oxydirt, sondern angesetzt. Zur Erhaltung des Körpers hätte es also etwas mehr Fleisch und etwas weniger Stärkemehl bedurft.

Die Vergleichung der Resultate dieser Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl mit der vorausgehenden bei 1500 Fleisch und den folgenden bei 500 Fleisch und 200 Traubenzucker und bei 500 Fleisch und 200 Fett soll später angestellt werden.

2) 500 Fleisch und 200 Traubenzucker.

Reihe vom 8.—21. Mai 1862.

Auf die eben vorher näher betrachtete Versuchsreihe bei Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Stärkemehl folgte diese 13tägige Reihe bei Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Traubenzucker, welche abermals eine willkommene Gelegenheit bietet, die Wirkungen des Stärkemehls und des Traubenzuckers mit einander zu vergleichen. Es erschienen dabei folgende Harnstoffmengen:

	Harnstoff
1)	38.0
2)	36.4
3)	39.7
4)	40.2
5)	37.2
6)	38.7
7)	37.3
8)	38.3

	Harnstoff
9)	37.1
10)	37.8
11)	35.8
12)	39.0
13)	38.3

Während der 13 Tage büsste der Hund noch 20.2 Stickstoff, d. i. 594 frisches Fleisch ein; der Körper befand sich also, der reichlichen Zugabe von Kohlehydraten halber, immer noch nicht ganz im Stickstoffgleichgewichte.

An 4 Tagen wurde das Thier in den Respirationsapparat gebracht, nämlich am 8., 11., 14. und 17. Mai, wobei als Hauptresultate erhalten wurden:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1]	Kohlensäure	Wasser	Sauerstoff
8. Mai	29.880	0	389	38.0	538.5	218.8	368.8
9. "	29.801						
11. "	30.080	0	398	40.2	403.1	124.4	215.9
12. "	30.071						
14. "	29.990	0	384	37.3	419.9	328.9	233.7
15. "	29.791						
17. "	30.090	0	418	37.8[2]	413.7	220.7	202.2
18. "	29.828						

Bei der Auseinandersetzung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergiebt sich:

a) Den 8. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker 200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff . . . 368.8	—	—	—	—	368.8	—
1068.8	397.7	135.3	20.8	17.0	491.5	6.5
	44.2 *H*		44.2		353.5	
	353.5 *O*		65.0		845.0	

1) Es wurden für die 13 Tage 368.3 frischer = 102.8 trockener Koth mit 4.67% *N* und 29.41% Asche abgegrenzt.

2) An diesem Tage wurden 111.7 Koth entleert.

	HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 390.5	342.1	11.9	2.8	17.7	10.0	5.9
Koth 28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1	2.3
Respiration . . . 757.3	218.8	146.8	—	—	391.6	—
1176.1	581.3	162.3	3.3	18.1	402.7	8.2
	64.6 *H*		64.6		516.7	
	516.7 *O*		67.9		919.4	
Differenz: — 107.3	—	— 27.0	— 2.9	— 1.1	— 74.4	— 1.7

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	162.3	67.9	18.1	450.7	8.2
in 532.1 Fleisch . . .	66.6	54.1	18.1	386.4	6.9
in 200.0 Zucker. . . .	72.7	14.1	0	113.1	0
in 30.0 Fett (vom Körper)	22.9	3.6	0	3.5	0
Rest Wasser	0	— 3.9	0	+ 47.8 nach *H* = —31.2	— 1.3

Sauerstoff berechnet = 447.5
Sauerstoff auf = 368.8 (— 21%.)

Dies führt zu folgenden Aenderungen am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
532	— 32	182	— 30	— 70	369

b) Den 11. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker 200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff . . . 215.9	—	-	—	—	215.9	—
915.9	397.7	135.3	20.8	17.0	338.6	6.5
	44.2 *H*		44.2		353.5	
	353.5 *O*		65.0		692.1	

	HO	*C*	*H*	*N*	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 397.4	346.2	12.6	2.9	18.8	10.6	6.3
Koth 28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1	2.3
Respiration . . . 527.5	124.4	109.9	—	—	293.1	—
953.2	491.0	126.1	3.4	19.1	304.8	8.6
	54.6 *H*		54.6		436.4	
	436,4 *O*		58.0		741.2	
Differenz = — 37.3	—	+ 9.2	+ 7.0	— 2.1	— 49.1	— 2.1

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtverbrauch . . .	126.1	58.0	19.1	525.4	8.6
in 562.6 Fleisch	70.4	57.2	19.1	408.5	7.3
in 200.0 Zucker	72.7	14.1	0	113.1	0
in 22.4 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	17.1	2.7	0	2.6	0
Rest Wasser	0	+ 10.6	0	— 6.3 nach *H* = + 85.1	— 1.3

Sauerstoff berechnet = 307.3
Sauerstoff auf = 215.9 (— 42%).

Daraus erhält man:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
563	— 63	182	+ 22	— 45	216

c) Den 14. Mai:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker	200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff	233.7	—	—	—	—	233.7	—
	933.7	397.7 44.2 *H* 353.5 *O*	135.3	20.8 44.2 65.0	17.0	356.4 353.5 709.9	6.5
Ausgaben:							
Harn	383.9	336.4	11.7	2.7	17.4	9.8	5.8
Koth	28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1	2.3
Respiration	748.8	328.9	114.5	—	—	305.3	—
	1161.0	685.7 76.2 *H* 609.5 *O*	129.8	3.2 76.2 79.4	17.8	316.2 609.5 925.7	8.1
Differenz =	— 227.3	—	+ 5.5	— 14.4	— 0.8	— 215.8	— 1.6

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtumsatz	129.8	79.4	17.8	692.0	8.1
in 523.2 Fleisch	65.5	53.2	17.8	379.9	6.8
in 200.0 Zucker	72.7	14.1	0	113.1	0
in 11.1 Fett aus zersetztem Fleisch an	8.5	1.3	0	1.3	0
Rest Wasser	0	— 13.4	0	— 200.2 nach *H* = 107.4	— 1.3

Sauerstoff berechnet = 326.5
Sauerstoff auf = 233.7 (— 39%)

Wir entnehmen aus diesen Zahlen folgenden Umsatz:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
523	— 23	182	+ 11	— 222	234

d) Den 17. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker 200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff . . . 202.2	—	—	—	—	202.2	—
902.2	397.7	135.3	20.8	17.0	324.9	6.5
	44.2 H		44.2		353.5	
	353.5 O		65.0		678.4	
Ausgaben:						
Harn 418.1	370.0	11.8	2.8	17.6	10.0	5.9
Koth 28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1	2.3
Respiration . . . 634.4	220.7	112.9	—	—	300.8	—
1080.8	611.1	128.3	3.3	18.0	311.9	8.2
	67.9 H		67.9		543.2	
	543.2 O		71.2		855.1	
Differenz = — 178.6	—	+ 7.0	— 6.2	— 1.0	— 176.7	— 1.7

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	128.3	71.2	18.0	652.8	8.2
in 529.7 Fleisch	66.3	53.8	18.0	384.6	6.9
in 200.0 Zucker	72.7	14.1	0	113.1	0
in 14.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	10.7	1.7	0	1.6	0
Rest Wasser	0	— 4.9	0	— 156.7 nach H = 39.0	0

Sauerstoff berechnet = 320.1
Sauerstoff auf = 202.2 (— 58%.)

Die Aenderungen im Körper sind folgende:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
530	— 30	182	+ 14	— 172	202

Die Zusammenstellung der 4 Versuche bei Zufuhr von 500 frischem Fleisch und 182 trockenem Traubenzucker im Tage ergiebt:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
a)	532	— 32	182	(— 30)	— 70	369	447
b)	563	— 63	182	+ 22	— 45	216	307
c)	523	— 23	182	+ 11	— 222	234	326
d)	530	— 30	182	+ 14	— 172	202	320
Mittel:	537	— 37	182	+ 16	— 127	255	350

Im Mittel werden bei dieser Reihe im Tage immer noch 37 Fleisch vom Körper abgegeben. Mit Ausnahme des ersten Tages findet sich in den Ausgaben etwas weniger Kohlenstoff, als in dem zersetzten Fleische und dem eingeführten Zucker enthalten ist. Es kommt nicht selten vor, dass der Hund am ersten Tage einer neuen Fütterung unruhiger ist und häufig bellt, woraus sich dann auch die an solchen Tagen öfters auftretende, auffallend grosse Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, wie sie auch hier erscheint, erklärt. An den drei letzten Versuchen entspricht der Kohlenstoffansatz einer mittleren Aufspeicherung von 16 Fett im Tage, aus dem zerfallenen Eiweisse herrührend. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3 % Fett abgelagert.

Um den Körper auf seinem Zustande zu erhalten, wäre also etwas mehr Fleisch und etwas weniger Traubenzucker nothwendig gewesen.

3) 500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 21. Mai bis 3. Juni 1862.

Der eben erörterten Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Traubenzucker wurde eine solche bei abermaliger Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl während 13 Tagen angefügt. Wir erhielten dabei folgende Quantitäten von Harnstoff:

	Harnstoff:
1)	42.0
2)	37.7
3)	35.8
4)	36.0
5)	38.6
6)	38.8
7)	34.7
8)	37.3
9)	39.0
10)	36.9
11)	34.9
12)	40.9
13)	38.2

Der Körper büsste immer noch etwas Eiweiss ein, denn es wurden in den 13 Tagen 215.0 Stickstoff eingeführt und 233.4 Stickstoff im Harn und Koth ausgegeben, was einem Verluste von 541 Fleisch, d. i. von 42 Fleisch im Tage entspricht.

An 3 Tagen, und zwar am 21., 27. und 30. Mai, wurden im Respirationsapparate Bestimmungen der gasförmigen Zersetzungsprodukte gemacht, welche Folgendes ergaben:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
21. Mai	29.960	144	436	42.0	416.0	359.9	7.2	4.1	305.0
22. „	29.873								
27. „	29.770	164	362	34.7	420.6	295.2	5.2	6.3	240.9
28. „	29.790								
30. „	29.460	197	347	36.9	428.3	360.1	7.2	4.7	258.7
1. Juni	29.472								

Wir legen zunächst wieder die Elemente der Einnahmen und der Ausgaben der 3 Versuche auseinander:

---

1) Es wurden für die 13 Tage 322.9 frischer = 111.8 trockener Koth abgegrenzt.

a) Den 21. Mai:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	6.7	—	5.1	0.8	—	0.8	—
Wasser	144.5	144.5	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	305.0	—	—	—		305.0	—
	1156.2	557.0	141.9	19.8	17.0	414.0	6.5
		61.9 *H*		61.9		495.1	
		495.1 *O*		81.7		909.1	
Ausgaben:							
Harn	488.8	385.3	13.1	3.1	19.6	11.1	6.6
Koth	24.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3	2.0
Respiration . .	787.2	359.9	116.6	8.2	—	302.5	—
	1250.8	761.4	134.0	11.9	19.9	314.9	8.6
		84.6 *H*		84.6		676.8	
		676.8 *O*		96.5		991.7	
Differenz:	— 94.6	—	+ 7.9	— 14.8	— 2.9	— 82.6	— 2.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz . . . :	134.0	96.5	19.9	686.7	8.6
in 586.5 Fleisch . . .	73.4	59.6	19.9	425.9	7.6
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 17.8 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	13.6	2.1	0	2.1	0
Rest Wasser.	0	— 25.0	0	— 151.1 nach *H* = 200.1	— 1.0

Sauerstoff berechnet = 256.2
Sauerstoff auf = 305.0 (+ 18 %)

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
586	— 86	167	+ 7	+ 18	— 91	305

b) Den 27. Mai:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	5.5	—	4.2	0.6	—	0.6	—
Wasser	164.3	164.3	—	—	—	—	—
Sauerstoff	240.9	—	—	—	—	240.9	—
	1110.9	576.8	141.0	19.6	17.0	349.8	6.5
		64.1 *H*		64.1		512.7	
		512.7 *O*		83.7		862.5	
Ausgaben:							
Harn	363.4	319.2	10.9	2.5	16.2	9.2	5.4
Koth	24.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3	2.0
Respiration	727.3	295.2	119.5	6.8	—	305.9	—
	1115.5	630.6	134.7	9.9	16.5	316.4	7.4
		70.1 *H*		70.1		560.5	
		560.5 *O*		80.0		876.9	
Differenz:	— 4.8	—	+ 6.3	+ 3.7	+ 0.5	— 14.4	— 0.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	134.6	80.0	16.5	636.0	7.4
in 486.5 Fleisch	60.9	49.4	16.5	353.3	6.3
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 0.6 Fett aus zersetztem Fleisch an	0.5	0.1	0	0.1	0
Rest Wasser	0	— 16.6	0	— 171.0 nach *H* = 132.8	1.1

Sauerstoff berechnet = 279.0
Sauerstoff auf = 240.9 (— 15%.)

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
487	+ 13	167	+ 6	+ 1	— 14	241

c) Den 30. Mai:

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8	6.5
Stärke	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5	—
Fett	4.8	—	3.7	0.6	—	0.6	—
Wasser	197.2	197.2	—	—	—	—	—
Sauerstoff	258.7	—	—	—	—	258.7	—
	1160.7	609.7	140.5	19.6	17.0	367.5	6.5
		67.7 *H*		67.7		542.0	
		542.0 *O*		87.3		909.5	
Ausgaben:							
Harn	348.4	301.4	11.5	2.7	17.2	9.7	5.8
Koth	24.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3	2.0
Respiration	800.3	360.1	120.3	8.4	—	311.5	—
	1173.5	677.7	136.1	11.7	17.5	322.5	7.8
		75.3 *H*		75.3		602.4	
		602.4 *O*		87.0		924.9	
Differenz:	+ 12.8	—	+ 4.4	+ 0.3	— 0.5	— 15.5	— 1.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtumsatz	136.1	87.0	17.5	676.3	7.8
in 516.2 Fleisch	64.6	52.5	17.5	374.8	6.7
in 200.0 Stärke	74.2	14.0	0	111.8	0
in 3.6 Fett aus zersetztem Fleisch an	2.7	0.4	0	0.4	0
Rest Wasser	0	— 21.0	0	— 180.0 nach *H* = 168.0	1.1

Sauerstoff berechnet: 270.7
Sauerstoff auf: 258.7 (— 4 %).

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
516	— 16	167	+ 5	+ 4	+ 10	259

Wir haben demnach bei den drei Versuchen, bei welchen täglich 500 Fleisch und 200 Stärke verabreicht wurden, gefunden:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
a)	586	— 86	167	+ 7	+ 18	— 91	305	256
b)	487	+ 13	167	+ 6	+ 1	— 14	241	279
c)	516	— 16	167	+ 5	+ 4	+ 10	259	271
Mittel:	530	— 30	167	+ 6	+ 8	— 32	268	269

Das Resultat dieser zweiten Versuchsreihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl ist qualitativ das nämliche wie das der ersten, S. 457 betrachteten: Der Körper verlor etwas Fleisch und setzte dafür Fett aus der Nahrung und aus dem zerfallenen Eiweisse an. Die Quantitäten der im Körper geänderten Stoffe sind sich aber wegen der fortwährend inzwischen stattgefundenen Abnahme von Fleisch und des Ansatzes von Fett nicht gleich geblieben; es wurde aus dem eben genannten Grunde in der zweiten Reihe etwas weniger Fleisch verbraucht und dem entsprechend etwas weniger Fett aus dem in ihm enthaltenen Eiweisse abgelagert; aus dem zersetzten Fleische ist im Mittel 1 % Fett aufgespeichert worden. An den letzten Tagen der zweiten Reihe war nahezu Stoffgleichgewicht eingetreten.

Zwischen die beiden Stärkemehlreihen fiel die Reihe mit Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Zucker. Um deutlich zu sehen, welche Wirkungen der Zucker im Gegensatze zum Stärkemehl im Körper hervorbringt, stellen wir die Mittel der 3 Reihen zusammen:

Nahrung: Fleisch	Nahrung: Kohlehydrat	Nahrung: Fett	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Kohlehydrat zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Sauerstoff auf
500	167 St.	5	568	— 68	167 St.	+ 5	+ 20	275
500	182 Z.	0	537	— 37	182 Z.	0	+ 16	255
500	167 St.	6	530	— 30	167 St.	+ 6	+ 8	268

Man ersieht hier zum zweiten Male, dass der Zucker die gleichen Dienste thut wie das Stärkemehl, denn 167 Stärke liefern 185 Traubenzucker; man kann bei Versuchen über so äusserst complicirte Prozesse wohl keine grössere Uebereinstimmung erwarten, als sie hier von uns gefunden worden ist.

An die zweite Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl schloss sich die schon früher [1]) betrachtete, vom 3. Juni bis 31. Juli 1862 währende, bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Fett an. Da durch den Ansatz von Fett während der 58 Tage der Umsatz, namentlich der des Fettes, sich änderte, so nehmen wir zum Vergleiche das Mittel der beiden ersten Versuche (vom 3. und 6. Juni). Diess ergiebt:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke	Fett					Nahrung	Eiweiss	
500	167	6	530	— 30	167	0	+ 6	+ 8	268
500	0	200	529	— 29	0	93	+ 107	0	287

Es wurden also statt 167 trockenen Stärkemehls 93 Fett zersetzt oder es ist 100 Fett gleichwirkend wie 179 trockene Stärke; es ist dies das gleiche Resultat wie das S. 448 erhaltene, wo 100 Fett dieselben Dienste thaten wie 172 Stärkemehl.

Direkt vor der ersten Reihe mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl wurden vom 4.—17. April 1862 dem Hunde 1500 Fleisch dargereicht. Die bei den damals angestellten Respirationsversuchen erhaltenen Zahlen wurden ebenfalls früher [2]) schon mitgetheilt. Vergleicht man dieselben mit denen der ersten Stärkereihe, so findet sich:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke	Fett				Nahrung	Eiweiss	
1500	0	0	1499	+ 1	0	0	+ 28	485
500	167	5	568	— 68	167	+ 5	+ 20	275

1) Diese Zeitschrift 1873. Bd. IX. S. 14.
2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 477.

Der Unterschied in der Zersetzung der beiden Reihen ist, dass bei der Fleischreihe 1499 Fleisch (— 28 Fett), bei der Stärkereihe dagegen 568 Fleisch (— 20 Fett) und 167 Stärkemehl zersetzt wurden. Die grössere Eiweisszersetzung im ersten Falle rührt von der reichlicheren Zufuhr des Eiweisses her. Was das Fett betrifft, so wurde in beiden Reihen trotz der so ungleichen Fütterung das Gleiche geleistet. Dies ist nur dann verständlich, wenn aus dem Eiweisse Fett entsteht, welches dann einer gewissen Menge von Stärke äquivalent ist. Aus 1499 Fleisch bilden sich nach unserer Annahme 168 Fett, von denen 28 Grm. zum Ansatz kommen; aus 568 Fleisch gehen dagegen 64 Fett hervor, und da 167 Stärke nach unseren Versuchen das Gleiche leisten wie 95 Fett (175 : 100), so haben wir also bei der Stärkefütterung die Wirkung von 159 Fett (gegenüber 168 Fett bei der Fleischfütterung) und einen Ansatz von 20 Fett. Man ersieht daraus, wie einfach sich jetzt die Erscheinungen der Zersetzungen im Thierkörper erklären lassen.

Die Aufnahme des Sauerstoffes ist aber in beiden Reihen sehr ungleich (435 und 275 Grm.), weil von diesem Gase so viel aufgenommen wird, als nöthig ist, um die sich zersetzenden Stoffe in die ausscheidbaren Zersetzungsprodukte überzuführen, und da nicht, wie man früher voraussetzte, die Sauerstoffbindung unter sonst gleichen Umständen bei verschiedenster Nahrung die gleiche ist und dann nach ihr der Stoffverbrauch im Körper sich richtet.

Werfen wir einen Rückblick auf die Resultate der bis jetzt betrachteten Reihen, so ergiebt sich Folgendes. Bei Fütterung mit 400 Fleisch und 211 trockener Stärke wurden 436 Fleisch und 18 Fett zersetzt; bei 400 Fleisch und Vermehrung der Stärkemenge auf 344 Grm. wurden 413 Fleisch zersetzt und 45 Fett angesetzt, da durch das Plus der Stärke das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett erspart wurde; hier bei 500 Fleisch und 167 trockenem Stärkemehl wurden 530 Fleisch zersetzt und 14 Fett angesetzt, d. h. es war (dem Versuch mit 400 Fleisch und 211 Stärke gegenüber) wegen der grösseren Fleischzersetzung weniger Stärkemehl nöthig, um einen Ansatz von Fett zu bewirken. Bei Darreichung von

500 Fleisch allein [1]) wurden im Mittel 599 Fleisch und 47 Fett zerstört; der Zusatz von Stärkemehl bringt also eine Verringerung der Fleisch- und Fettzersetzung hervor; schliesslich tritt Stoffgleichgewicht ein, ja es kann Fleisch und selbst Fett aus dem zersetzten Fleische angesetzt werden.

III. Abschnitt.

800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Reihe vom 29.—31. März 1861.

Vorher waren dem Hunde nach mehrtägigem gemischten Fressen während 2 Tagen ausschliesslich 450 Stärkemehl dargereicht worden, worüber wir später S. 485 noch berichten werden. Darauf kam nun eine zweitägige Fütterung mit 800 Fleisch und 450 Stärkemehl, wobei am ersten Tage 30.5, am zweiten Tage 42.8 Harnstoff ausgeschieden wurden, d. h. es fand an beiden Tagen ein reichlicher Ansatz von Eiweiss statt, theils weil das Thier vorher zwei Tage kein Eiweiss erhalten hatte, theils weil so viel Stärkemehl dem Fleische beigemischt worden war.

Am 2. Tage, den 30. März, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht, mit Hülfe dessen damals nur die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure zu eruiren war.

Die dabei gewonnenen Zahlen waren folgende:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff [2])	Kohlensäure
30. März	32.630	339	504	42.8	663.6
31. „	32.610				

Zerlegen wir die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so erhalten wir:

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 444.

2) Es wurden an den beiden Tagen 79.1 frischer = 33.0 trockener Koth abgegrenzt. Am 30. März wurden 106.0 Koth entleert.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 800.0	607.2	100.2	13.9	27.2	41.2	10.4
Stärke 450.0	71.0	168.4	23.4	—	187.1	—
Fett 18.7	—	10.5	1.6	—	1.6	—
Wasser 339.0	339.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . 472.2	—	—	—	—	472.2	—
2074.9	1017.2	279.0	38.9	27.2	702.1	10.4
	113.0 *H*		113.0		904.2	
	904.2 *O*		151.9		1606.3	
Ausgaben:						
Harn 504.0	448.2	14.2	3.3	20.0	12.0	6.4
Koth 39.5	23.0	7.4	1.0	0.7	5.2	2.2
Respiration . . . 1484.9	821.3	180.9	—	—	482.7	—
2028.4	1292.4	202.5	4.3	20.7	499.9	8.6
	143.6 *H*		143.6		1148.8	
	1148.8 *O*		147.9		1648.7	
Differenz: + 46.5	—	+ 76.5	+ 4.0	+ 6.5	— 42.4	+ 1.8

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	202.5	147.9	20.7	1176.4	8.6
in 608.5 Fleisch . . .	76.2	61.8	20.7	441.9	7.9
in 450.0 Stärke	168.4	31.3	—	250.3	0
in 55.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	42.1	6.5	0	6.4	0
Rest Wasser	0	— 61.3	0	— 490.7	0.7

Sauerstoff berechnet: 472.2.

Darnach stellt sich die Aenderung am Körper folgender Maassen:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
608	+ 192	379	+ 14	+ 55	— 68	472

Bei 800 Fleisch und 379 trockenem Stärkemehl ist also Fleisch und Fett, aus dem zersetzten Eiweisse herrührend, angesetzt worden. Man hätte daher, um den Körper im Stoffgleichgewichte zu erhalten, weniger Fleisch und weniger Stärkemehl darreichen dürfen. Es fehlen von dem Kohlenstoff der Einnahmen nach Abzug des Kohlenstoffs des angesetzten Fleisches noch 42.1 Grm. in den Ausgaben; diese 42.1 Grm. Kohlenstoff sind also in irgend einer Form abgelagert worden. Wir nehmen nach unseren früheren Betrachtungen an, der nicht erschienene Kohlenstoff sei als Fett zurückgehalten worden und dieses stamme aus dem zersetzten Eiweisse her; dann sind aus 608 umgesetztem Fleisch 55 Fett entstanden oder 9 %, was noch eine durchaus wahrscheinliche und mögliche Grösse ist. Wir können daher gut annehmen, dass auch hier trotz der enorm grossen Menge von Stärkemehl in der Nahrung doch noch kein Fett aus dem Kohlehydrate hervorgegangen oder abgelagert worden ist. Bei Fütterung mit 500 Fleisch und 167 trockener Stärke wurden 530 Fleisch umgesetzt, d. h. 30 Fleisch vom Körper noch abgegeben und 8 Fett aus Eiweiss abgelagert; hier wurden bei Fütterung mit 800 Fleisch und 379 trockener Stärke 608 Fleisch zersetzt, also 192 angesetzt und 55 Fett aus Eiweiss erspart; der grössere Fettansatz im letzteren Falle ist bewirkt durch die grössere Quantität des Stärkemehls und rührt von der grösseren Menge des zersetzten Fleisches her.

Bei Darreichung von 1000 Fleisch allein [1]) wurden im Tage 116 Fleisch und 17 Fett vom Körper abgegeben, wodurch die Eiweiss und Fett ersparende Wirkung der Stärke klar hervortritt.

IV. Abschnitt.

1500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 8.—13. Juli 1863.

Vor dieser Versuchsreihe bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl waren dem Hunde während 9 Tagen 1500 Fleisch allein gegeben worden, wobei der Körper stets Fleisch verlor und

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 448.

zwar im Mittel täglich 98 Grm. Bei Zusatz des Stärkemehls zum Fleisch hörte die Abgabe von Fleisch vom Körper auf, denn es wurde an den 5 Tagen an Harnstoff entfernt:

	Harnstoff:
1)	104.2
2)	100.1
3)	105.6
4)	101.6
5)	104.8

An den 5 Tagen kamen der Stickstoffausscheidung nach 232 Fleisch am Körper zum Ansatze, was für den Tag 46 Grm. beträgt.

Am ersten und fünften Tage der Fütterung, d. i. am 8. und 12. Juli, wurden Respirationsversuche angestellt, bei welchen folgende Zahlen gefunden wurden:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure	Wasser	H	CH_2	Sauerstoff
8. Juli	30.790	519.6	987	104.2	866.9	1025.8	—	—	759.5
9. „	30.889								
12. „	31.920	155.9	1051	104.8	678.8	763.4	8.4	0	561.5
13. „	31.837								

Darnach berechnen wir die Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

a) Den 8. Juli:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	26.0	51.0	77.2	19.5
Stärke	200.0	28.2	76.4	10.6	—	84.9	—
Fett	5.2	—	4.0	0.6	—	0.6	—
Wasser	519.6	519.6	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	759.5	—	—	—	—	759.5	—
	2984.3	1686.3	268.2	37.2	51.0	922.2	19.5
		187.4 H		187.4		1498.9	
		1498.9 O		224.6		2421.1	

1) Es wurden für die 5 Tage 296.1 frischer = 90.0 trockener Koth abgegrenzt.

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Ausgaben:							
Harn	987.0	846.3	30.7	8.6	48.6	37.3	15.5
Haare	5.6	(5.6)	—	—	—	—	—
Koth	59.2	41.2	8.9	1.3	1.2	2.8	3.7
Respiration . .	1892.7	1025.8	236.4	—	—	630.5	—
	2944.5	1918.9	276.0	9.9	49.8	670.6	19.2
		213.2 *H*		213.2		1705.7	
		1705.7 *O*		223.1		2376.3	
Differenz:	+ 39.8	—	— 7.9	+ 1.4	+ 1.1	+ 44.3	+ 0.3

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtumsatz	276.0	223.1	49.9	1616.8	19.2
in 1466.5 Fleisch . . .	183.7	149.0	49.9	1064.9	19.1
in 200.0 Stärke . . .	76.4	13.8	0	109.9	0
in 5.2 Fett von der Nahrung zersetzt. . .	4.0	0.6	0	0.6	0
in 15.6 Fett vom Körper ab	12.0	1.9	0	1.8	0
Rest Wasser	0	— 57.9	0	— 439.6 nach *H* = 463.0	— 0.1

Sauerstoff berechnet: 720.9
Sauerstoff auf: 759.5 (+ 5%.)

Dies ergiebt folgenden Umsatz im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett zersetzt Nahrung	Fett zersetzt Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
1466	+ 34	172	— 5	— 16	+ 47	760

b) Den 12. Juli:

		HO	C	H	N	H	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	26.0	51.0	77.2	19.5
Stärke	200.0	28.2	76.4	10.6	—	84.9	—
Fett	3.8	—	2.9	0.4	—	0.4	—
Wasser	155.9	155.9	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	561.5	—	—	—	—	561.5	—
	2421.2	1322.6	267.1	37.0	51.0	724.0	19.5
		147.0 H		147.0		1175.6	
		1175.6 O		184.0		1899.6	
Ausgaben:							
Harn	1051.0	909.4	30.9	8.7	48.9	37.5	15.6
Haare	2.6	(2.6)	—	—	—	—	—
Koth	59.2	41.2	8.9	1.3	1.2	2.8	3.7
Respiration . .	1450.6	763.4	185.1	8.4	—	493.7	—
	2563.4	1716.6	224.9	18.4	50.1	534.0	19.3
		190.7 H		190.7		1525.9	
		1525.9 O		209.1		2059.9	
Differenz:	— 142.2	—	+ 42.2	— 25.2	+ 0.8	— 160.3	+ 0.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	224.9	209.1	50.1	1498.4	19.3
in 1475.0 Fleisch . . .	184.7	149.9	50.1	1071.1	19.2
in 200.0 Stärke	76.4	13.7	0	109.9	0
in 43.4 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	36.1	5.6	0	5.5	0
Rest Wasser	0	— 51.1	0	— 322.9 nach H = 408.8	— 0.1

Sauerstoff berechnet: 486.6
Sauerstoff auf: 561.5 (+ 15 %.)

Dies giebt folgende Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiss		
1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	— 195	561

Die Zusammenstellung der beiden Versuche zeigt demnach:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
1466	+ 34	172	— 5	— 16	+ 47	760	721
1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	— 195	561	487

Die beiden Versuche zeigen trotz der gleichen Zersetzung von Fleisch und Stärkemehl nicht unbeträchtliche Unterschiede in dem Verhalten des Fettes am Körper nnd der Sauerstoffaufnahme. Wir haben in dieser Abhandlung S. 463 schon darauf aufmerksam gemacht, dass am ersten Tage einer neuen Fütterung das Thier häufig unruhig ist und desshalb an solchen Tagen mehr Kohlensäure ausgiebt und in Folge davon mehr Sauerstoff einnimmt. Dies tritt nun auch hier sehr deutlich hervor. Woher wird aber am ersten Tage der Kohlenstoff für das bedeutende Plus von 188.1 Kohlensäure genommen? Es wird, wie gesagt, in beiden Versuchen die nämliche Menge von Fleisch und Stärkemehl zersetzt, es wird kein Fett vom Körper angegriffen, aber es wird beim ersten Versuche von dem aus dem Eiweisse abgespaltenen Fett oxydirt, während beim zweiten Versuche reichlich davon angesetzt wird; daher rührt dann auch die grössere Sauerstoffaufnahme am ersten Tage her. Nehmen wir den zweiten Versuch als den normalen an, so wird also bei 1500 Fleisch und 172 trockener Stärke etwas Fleisch und Fett angesetzt; letzteres wurde aus dem zersetzten Eiweisse abgespalten und nicht weiter angegriffen; aus 100 zersetztem Fleisch sind 3 Fett abgelagert worden.

Es ist für die Einsicht in die Wirkung der Kohlehydrate auf den Stoffumsatz von Bedeutung, dieses Resultat mit dem anderer Versuche zu vergleichen.

In der vorausgehenden Reihe wurden ausschliesslich 1500 Fleisch gegeben und es frägt sich zunächst, welche Aendorung im Stoffverbrauch der Zusatze von 172 trockener Stärke hervorbrachte. Wir

stellen die bei Fütterung mit 1500 Fleisch und bei Fütterung mit 1500 Fleisch [1]) unter Zusatz von 172 Stärke übersichtlich zusammen:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke	Fett				Nahrung	Eiweiss	
1500	0	0	1646	— 146	0	0	+ 9	535
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Ausser dem geringeren Eiweissumsatze findet sich bei Zusatz von Stärke eine grössere Kohlenstoffausscheidung, denn es werden dabei 225 Kohlenstoff ausgegeben gegen 198 Kohlenstoff bei reiner Fleischfütterung. Da aber in dem Stärkemehl 76 Kohlenstoff enthalten sind, so wurden 36 Kohlenstoff im Körper zurückgehalten, während vorher 10 Grm. vom Körper abgegeben wurden. Das Plus von Kohlenstoff in den Ausscheidungen stammt wohl unzweifelhaft von dem Stärkemehl her; woher aber der angesetzte Kohlenstoff rührt, das ist fraglich; er könnte in der Form von Fett abgelagert worden sein, welches entweder aus dem zersetzten Eiweisse oder aus dem Stärkemehl entstanden ist. Wir nehmen vorläufig wiederum als wahrscheinlicher an, dass er aus dem Eiweisse stammt und lassen in diesem Falle aus dem zersetzten Fleisch 3 % Fett (aus trockenem Eiweiss 13 %) hervorgehen, während aus der Stärke zu dem gleichen Zwecke 25 % Fett gebildet worden sein müssten.

Dass der Zusatz von Fett zu Fleisch eine ganz andere Wirkung hat als von Stärkemehl, zeigen die früher [2]) mitgetheilten Versuche, wobei nach Herstellung des Stoffgleichgewichtes im Körper mit 1500 Fleisch jeder Zusatz von Fett von 30 bis zu 150 Grm. keine grössere Kohlenstoffausscheidung hervorrief, sondern aller Kohlenstoff des Fettes stets angesetzt wurde. Zum Beweise setzen wir die betreffenden Zahlen nochmals hierher:

---

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 468.
2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII S. 454 und 1873. Bd. IX S. 30.

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf	C aus
Fleisch	Fett	Stärke				Nahrung	Eiweiss		
1500	0	0	1515	— 15	0	0	+ 6	486	185
1500	30	0	1457	+ 43	0	+ 30	+ 2	488	180
1500	100	0	1402	+ 98	0	+ 91	0	436	182
1500	150	0	1455	+ 45	0	+ 136	0	521	193
1500	0	0	1598	— 98	0	0	+ 11	495	191
1500	4	172	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561	225

Erhält sich also der Körper durch Fleisch auf dem Stoffgleichgewichte, so wird alles dem Fleische der Nahrung zugesetzte Fett angesetzt; sowie man aber Stärkemehl zufügt, wird ansehnlich mehr Kohlenstoff, aus der Stärke stammend, ausgeschieden, während das dabei angesetzte Fett mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem zersetzten Eiweisse sich bildet.

Entsprechend der stärkeren Kohlenstoffausscheidung wird bei dem Stärkezusatze mehr Sauerstoff von Aussen aufgenommen und nicht weniger, wie die frühere Lehre vorausgesetzt hatte.

Auf die hier betrachtete Reihe bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl folgte die schon früher S. 447 dargelegte mit 400 Fleisch und 400 Stärkemehl. Der Vergleich der beiden Reihen ergiebt:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf	Kohlenstoff aus
Fleisch	Stärke	Fett				Nahrung	Eiweiss		
400	344	6	413	— 13	344	+ 6	+ 39	467	174
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561	225

Wir haben bei der reichlichen Fleischfütterung einen vierfach grösseren Fleischumsatz; dabei wurde etwas Fleisch am Körper angesetzt, während bei der geringeren Zufuhr von Fleisch der Körper Fleisch verloren hatte. Dennoch war der Einfluss auf den Kohlenstoffansatz in beiden Reihen nahezu der gleiche, denn beide Male wurden gegen 40 Fett am Körper abgelagert; im ersten

Falle wegen des sehr reichlichen Zusatzes der Stärke, im zweiten Falle wegen der reichlichen Fettbildung aus dem Fleische. Im zweiten Falle wurde der grösste Theil des aus dem Eiweisse entstandenen Fettes wegen der geringen Stärkezufuhr wieder zersetzt, während im ersten Falle durch die reichlich vorhandene Stärke beinahe alles Fett vor der Zersetzung geschützt wurde. Es tritt aus diesen Reihen recht schlagend hervor, was der Züchter von Fleisch und Fett thun muss, um mit den geringsten Kosten den grössten Effekt zu erreichen; er muss vor Allem viel Kohlehydrate geben, damit Fleisch zum Ansatze gelangt und das aus dem zersetzten Fleisch entstandene Fett nicht zerstört wird. Dass aber auch Fleisch zum Fettansatze nothwendig ist, geht aus dem Vergleiche dieses Versuches mit demjenigen, bei welchem weniger Fleisch und ebensoviel Stärkemehl gefüttert worden ist, also dem bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl hervor:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke	Fett				Nahrung	Eiweiss	
500	167	6	530	— 30	167	+ 6	+ 8	268
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Hier wurde bei 500 Fleisch viel weniger Fett angesetzt, da bei dem geringen Stärkezusatze das aus dem Eiweiss hervorgehende Fett oxydirt wurde. Der Züchter muss demnach nicht nur viel Kohlehydrate geben, sondern auch Eiweiss, da sonst nur wenig Fett zum Ablagern bereit ist. Es handelt sich hiebei um ein ganz bestimmtes Verhältniss von Eiweiss zu den Kohlehydraten, welches für jeden Organismus unter verschiedenen Umständen zu finden, Sache eigener Versuche sein muss; hier handelt es sich nur darum, die Prinzipien festzustellen, die dann von Andern auf die bestimmten Fälle angewendet werden können.

Bis jetzt war für unseren Hund die Darreichung von 800 Fleisch und 379 Stärke für den Ansatz von Eiweiss und Fett am günstigsten, wie folgende Zusammenstellung ergiebt:

Nahrung		Fleisch	Fleisch am	Stärke	Fett am Körper aus	% Fett aus
Fleisch	Stärke	zersetzt	Körper	zersetzt	Eiweiss	Eiweiss
400	344	413	— 13	344	+ 39	10
500	167	530	— 30	167	+ 8	1
800	379	608	+ 192	379	+ 55	9
1500	172	1475	+ 25	172	+ 43	3

Bei 800 Fleisch und 379 Stärkemehl findet der grösste Fleischansatz statt, da das Fleisch vor der weitern Umsetzung durch die grössere Stärkemenge bewahrt wurde; bei 400 Fleisch und 344 Stärkemehl ist die Fleischmenge zu gering, um einen beträchtlichen Ansatz von Fleisch zu bewirken; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke ist der Stärkezusatz zu gering, um mehr Fleisch zu ersparen.

Bei 800 Fleisch und 379 Stärke wird auch am meisten Fett angesetzt. Bei 400 Fleisch und 344 Stärke wird aus der geringen Eiweissmenge zu wenig Fett erzeugt; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke wegen der geringen Stärkemenge zu wenig von dem aus dem Eiweisse entstandenen Fette erspart.

Bei 400 Fleisch und 344 Stärke haben wir also eine zu geringe Menge von Fleisch; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke zu wenig Stärke und eine Verschwendung von Fleisch; bei 500 Fleisch und 167 Stärke zu wenig Stärke. 800 Fleisch und 379 Stärke bewirkten den grössten Fleisch- und Fettansatz.

V. Abschnitt.

1800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Reihe vom 31. März bis 2. April 1861.

Nachdem der Hund in der vorausgegangenen Reihe mit 800 Fleisch und 450 Stärkemehl gefüttert worden war, wobei er ansehnlich Fleisch und Fett ansetzte, erhielt er nun darauf während 2 Tagen 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Es wurde an diesen beiden Tagen an Harnstoff ausgeschieden:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1)	95.7	1332
2)	105.7	1469

Es fand also dabei ein reichlicher Ansatz von Fleisch statt, am ersten Tage von 468 Grm., am zweiten Tage von 331 Grm.

Am zweiten Tage, den 1. April, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht, um die Menge der gasförmig ausgeschiedenen Kohlensäure zu bestimmen, wobei folgende Hauptzahlen erhalten wurden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure.
1. April	33.450	701	1035	105.7	810.8
2. „	33.750				

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben zeigt:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1800.0	1366.2	225.4	31.1	61.2	92.7	23.4
Stärke	450.0	71.1	168.4	23.4	—	187.1	—
Fett	10.1	—	7.7	1.2	—	1.2	—
Wasser	701.0	701.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	611.2	—	—	—	—	611.2	—
	3572.3	2138.3	401.5	55.8	61.2	892.2	23.4
		237.6 H		237.6		1900.7	
		1900.7 O		293.4		2792.9	
Ausgaben:							
Harn	1035.0	892.3	31.1	8.8	49.3	37.8	15.8
Koth	35.5	21.3	6.3	0.9	0.6	4.5	1.9
Respiration . .	2081.1	1240.3	229.3	—	—	611.5	—
	3151.6	2153.9	266.7	9.7	49.9	653.8	17.7
		239.3 H		239.3		1914.6	
		1914.6 O		249.0		2568.4	
Differenz:	+ 420.7	—	+ 134.7	+ 44.4	+ 11.3	+ 224.5	+ 5.7

1) Es wurden an beiden Tagen 71.0 frischer = 28.4 trockener Koth abgegrenzt. Am 1. April wurde 156.2 Koth entleert.

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	268.7	249.0	49.9	1957.1	17.7
in 1469.1 Fleisch . . .	183.9	149.3	49.9	[illegible]	19.1
in 450.0 Stärke . . .	168.4	31.3	0	250.3	0
in 111.9 Fett aus zersetztem Fleisch an . .	85.6	13.3	0	13.0	0
Rest Wasser	0	— 81.6	0	— 653.0	+ 1.4

Sauerstoff berechnet: 611.2.

Darnach stellt sich die Aenderung am Körper wie folgt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
1469	+ 331	379	+ 10	+ 112	+ 219	611

Es ergiebt sich also, dass bei 1800 Fleisch und 450 Stärke ganz ansehnlich Fleisch und Fett am Körper angesetzt worden. Es frägt sich vor Allem, ob es möglich ist, den grossen Ansatz von 112 Fett aus dem zersetzten Eiweisse abzuleiten. Die Rechnung zeigt, dass zu dem Zwecke aus 100 zersetztem Fleische doch nur 8 Fett hervorzugehen brauchen, während die von uns für den Fettansatz aus Fleisch angenommene Grenze 11 % beträgt. Zur Erzeugung von 112 Fett hätten dagegen aus dem Stärkemehl 29 % Fett zu entstehen, so dass die Stärke nahezu den dritten Theil ihres Gewichtes Fett liefern müsste.

Wir vergleichen zunächst mit diesem Resultate das der vorausgehenden Reihe bei Darreichung von 800 Fleisch und 450 Stärkemehl:

Nahrung Fleisch	Nahrung Stärke	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss
800	379	608	+ 192	379	+ 55
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112

Man ersieht, dass bei der gleichen Menge von Stärkemehl, aber von mehr Eiweiss doch sehr ungleiche Mengen von Fett zum

Ansatze gelangen, was im höchsten Grade wahrscheinlich macht, dass aus dem Stärkemehle nicht das Fett hervorgeht, sondern aus dem Fleische.

Wir haben vorher die Fütterung mit 800 Fleisch und 450 Stärke als am günstigsten für den Fleisch- und Fettansatz gefunden; nun aber erzielen wir durch die gleiche Menge von Stärke und mehr Fleisch noch eine ansehnlich grössere Ablagerung von Fleisch und von Fett; es war also die Menge von 450 Stärke zu 800 Fleisch verhältnissmässig zu bedeutend. An einem Tage hatten wir durch 800 Fleisch und 450 Stärke einen Ansatz von 192 Fleisch und 55 Fett bewirkt, in 2 Tagen wären demnach durch 1600 Fleisch und 900 Stärke 384 Fleisch und 110 Fett im Körper aufgespeichert worden, also annähernd das Gleiche, was durch 1800 Fleisch und 450 Stärke an einem Tage erreicht wurde. Man thut daher am besten, zu grossen Mengen von Stärkemehl eine Fleischmenge zu geben, aus welcher der grösste Ansatz von Fleisch und Fett entsteht. Wie nachtheilig eine zu geringe Menge von Kohlehydraten ist, thut auch der Vergleich unseres jetzigen Versuches mit dem bei Darreichung von 1500 Fleisch und 172 Stärke dar:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss
Fleisch	Stärke				
1500	172	1475	+ 25	172	+ 43
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112

Hätte man zu 1500 Fleisch mehr Kohlehydrate zugefügt, so wäre sowohl der Fleisch- als auch der Fettansatz viel bedeutender gewesen.

Auf die eben betrachtete Versuchsreihe folgte die schon früher [1] dargelegte bei Aufnahme von 2500 Fleisch allein, wobei im Zusammenhalte mit der jetzigen zersetzt wurde:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss	Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke					
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112	611
2500	0	2512	+ 12	0	+ 57	688

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd VII. S. 488.

Auch daraus erhellt wieder deutlich die Bedeutung der stickstofffreien Kohlehydrate sowohl für den Fleischansatz als auch für den Fettansatz. Bei sehr reichlicher ausschliesslicher Fleischzufuhr kann ebensoviel Fett angesetzt werden, als bei Fütterung mit weniger Fleisch unter Zugabe von Stärkemehl: abermals ein Beweis, dass das Fett in diesen Fällen nicht aus dem Stärkemehl, sondern aus dem Fleische hervorgegangen ist; das aus dem Fleische abgespaltene Fett wird durch die Kohlehydrate nur vor der weiteren Zerspaltung geschützt.

VI. Abschnitt.

Ausschliessliche Stärkemehlfütterung.

Wir gaben dem Hunde mehrmals grössere Quantitäten von Stärkemehl ohne einen Zusatz eiweisshaltiger Substanzen, da dabei der Umsatz von Eiweiss am geringsten ist und so am besten entschieden werden kann, ob der im Körper zurückbleibende Kohlenstoff aus dem zersetzten Eiweisse zu decken ist oder ob für einen Theil desselben der Kohlenstoff des Stärkemehls in Anspruch genommen werden muss.

1) 450 Stärkemehl.

Reihe vom 27.—29. März 1861.

Das Thier hatte an den vorausgehenden 6 Tagen gemischtes Fressen erhalten und darauf an 2 Tagen, den 27. und 28. März, 450 Stärkemehl. Es entleerte dabei an Harnstoff und zersetzte an Fleisch:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1)	18.2	274
2)	13.6	211

Am zweiten Tage der Fütterung, den 28. März, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht und die gasförmig ausgeschiedene Kohlensäure bestimmt, wobei sich ergab:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure
28. März	32.520	405	309	13.6	545.7
29. „	32.330				

Daraus berechnen wir folgende Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Stärke	450.0	71.1	168.4	23.4	—	187.1	—
Fett	16.9	—	12.9	2.0	—	2.0	—
Wasser	405.0	405.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	429.6	—	—	—	—	429.6	—
	1301.5	476.1	181.3	25.4	—	618.7	—
		52.9 H		52.9		423.2	
		423.2 O		78.3		1041.9	
Ausgaben:							
Harn	309.0	291.3	4.5	1.0	6.4	3.8	2.0
Koth	51.7	32.5	8.6	1.2	0.8	6.1	2.6
Respiration . .	1182.5	636.8	148.8	—	—	396.9	—
	1543.2	960.6	161.9	2.2	7.2	406.8	4.6
		106.7 H		106.7		853.9	
		853.9 O		108.9		1260.7	
Differenz:	— 241.7	—	+ 19.4	— 30.6	— 7.2	— 218.8	— 4.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . .	161.9	108.9	7.2	831.0	4.6
in 211.5 Fleisch	26.5	21.5	7.2	153.6	2.8
in 450.0 Stärke	168.4	31.3	0	250.3	0
Rest	+ 33.0	— 56.1	0	— 427.1	— 1.8
23.7 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51 % . .	18.1	2.8	0	2.7	0
Rest	+ 14.9	— 58.9	0	— 429.8	— 1.8

1) Es wurden für die 2 Tage, am 30. März und 1. April, 103.5 frischer = 38.4 trockener Koth abgegrenzt.

Es befinden sich also in dem aufgenommenen Stärkemehl und dem zersetzten Fleische noch 33 Kohlenstoff mehr, als in den Ausgaben enthalten waren, welche 33 Kohlenstoff demnach im Körper zurückbehalten oder angesetzt worden sind. Nimmt man auch an, dass im zersetzten Fleische 22% Eiweiss enthalten sind, welche 51% Fett zum Ansatze liefern, so bleiben immer noch 14.9 Kohlenstoff ungedeckt. Diese in den Ausgaben fehlenden 14.9 Kohlenstoff betragen zwar nicht sonderlich viel, da sie nur 9% des ausgeschiedenen oder in dem Stärkemehl befindlichen Kohlenstoffs ausmachen, sie liegen aber doch über der Grenze der Fehlerquellen der Bestimmung der gasförmig ausgeschiedenen Kohlensäure. Es frägt sich daher, ob man daraus auf einen Ansatz von Fett aus dem aufgenommenen Stärkemehl schliessen darf. Man könnte daran denken, dass dieser Kohlenstoff in der Form von Grubengas, welches bei diesem Versuche nicht bestimmt worden ist, entfernt wurde; ein Theil der 14.9 Kohlenstoff trifft wohl sicherlich darauf, da wir schon bis zu 21 Kohlenstoff in diesem Gase gefunden haben. Es ist ferner möglich, dass bei der reichlichen Stärkefütterung andere Stoffe zeitweilig im Körper zurückgehalten worden sind und nicht gerade Fett, z. B. Zucker, Milchsäure etc., aber es ist nicht wahrscheinlich, dass diese am 2. Tage der Fütterung mit viel Stärkemehl noch so viel ausmachen können. Wir werden später noch auf eine andere Fehlerquelle aufmerksam machen, nämlich auf die nicht vollständige Ausscheidung des Kothes am betreffenden Versuchstage und eine nachherige Resorption in dem Darme, so dass in Folge davon die Menge des Kothes zu gering in Anschlag gebracht wird. Es ist jedoch darauf hier nicht viel zu rechnen, weil darnach die Reihen vom 29.—30. März bei 800 Fleisch und 450 Stärkemehl und die vom 31. März — 2. April mit 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl folgen, an denen also die Bedingungen für die Resorption keine günstigeren waren, und doch auch im Tag nicht mehr Koth entleert worden ist.

Wir sind daher hier an der Grenze angelangt; es bleibt zweifelhaft, ob eine kleine Menge Fett aus dem Stärkemehl gebildet und angesetzt worden ist oder ob der fehlende Kohlenstoff in andern Produkten, in den Organen und Säften, steckt, oder in der

Form von Grubengas entfernt worden ist, oder in dem nicht entleerten Kothe enthalten war. Es konnten hierüber nur weitere Versuche entscheiden, welche, um einen möglichst grossen Ausschlag zu geben, mit der grössten Menge von Stärkemehl, die dem Thiere beigebracht werden konnte, angestellt werden sollten. Keinesfalls würde aus dem Stärkemehl in diesem schon extremen Versuche viel Fett hervorgehen, nämlich aus 379 trockener Stärke 19 Fett = 5 %, was eine kaum nennenswerthe Grösse ist.

2) 700 Stärkemehl.

a) Reihe vom 3.—5. Mai 1861.

Nach längerer Fütterung mit gemischtem Fressen wurden dem Hunde an 2 Tagen, den 3. und 4. Mai, je 700 lufttrockene Stärke in Form von Kuchen beigebracht. Er schied dabei am ersten Tage 15.7, am zweiten Tage 12.7 Harnstoff aus. Am zweiten Tage, den 4. Mai, wurde die Menge der im Athem ausgegebenen Kohlensäure bestimmt. Wir erhielten:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure
4. Mai	34.800	507	388	12.7	696.0
5. „	34.830				

Da es sich hier vor Allem darum handelt, ob der Kohlenstoff des Stärkemehls alle zur Ausscheidung kommt, oder ein Theil desselben in irgend welcher Form im Körper zurückbleibt, so stellen wir zunächst die Bilanz des Kohlenstoffs und Stickstoffs zusammen. Es befinden sich:

1) Es wurden für die 2 Tage 158.2 frischer = 37.4 trockener Koth abgegrenzt.

	Kohlenstoff	Stickstoff
Einnahmen:		
in 700.0 Stärke . . .	260.9	1.0[1])
in 14.1 Fett	10.8	0
Summa	271.7	1.0
Ausgaben:		
in 388.0 Harn	4.2	5.9
in 76.6 Koth	8.5[2])	0.5
in der Respiration . .	189.6	0
Summa	202.3	6.4
Differenz	+ 69.4	— 5.4

Dies ergiebt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in den Zersetzungsprodukten	202.3	6.4
in 160.8 Fleisch . . .	20.1	5.4
in 589.5 trockener Stärke	260.9	1.0
Rest.	+ 78.7	0
18.0 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51 %. .	13.8	0
Rest.	+ 64.9	0

Wir behalten hier also, wenn wir neben dem Kohlenstoff der aufgenommenen Stärke den des zersetzten Fleisches berücksichtigen und annehmen, dass das Fett des Futters, sowie das aus dem zersetzten Eiweiss zu 51 % abgespaltene Fett angesetzt worden ist, immer noch 64.9 Kohlenstoff übrig, welche also aus dem Stärke-

1) In der trockenen käuflichen Stärke befinden sich nach den Analysen von Dr. Forster im Mittel 0.17 % Stickstoff; diese geringe Menge konnte bis jetzt ohne wesentliche Aenderung des Resultates vernachlässigt werden; bei der grösseren Menge des verfütterten Stärkemehles musste sie aber in Betracht gezogen werden.

2) Im trockenen Kothe fanden sich im Mittel 2.8 % Stickstoff.

mehl irgendwie im Körper zurückbehalten worden sind. Die Menge desselben macht 25 % des Kohlenstoffs des Stärkemehls aus. Da der Respirationsversuch am zweiten Tage der Fütterung mit 700 Stärkemehl angestellt worden ist, so ist es nicht wahrscheinlich, dass so viel Kohlenstoff in der Form von Zucker oder glycogener Substanz oder anderen Zersetzungsprodukten aufgehäuft worden ist, wenn auch ein Theil desselben in solchen Produkten enthalten sein mag; es ist ferner unmöglich, dass so viel Kohlenstoff als Grubengas entleert worden ist, wenn auch darauf ein Theil treffen wird. Es bliebe somit, wenn im Uebrigen der Versuch fehlerfrei ist, nichts übrig, als einen Ansatz von Fett bei der Fütterung mit der extremen Menge von 700 Stärkemehl anzunehmen. Bei dem Versuche ist aber ein Resultat sehr auffallend, nämlich die geringe Menge von Koth, welche für die beiden Tage nur 37.4 Grm. trockener Substanz betrug. Wir haben mehrmals bemerkt, dass bei grossen Gaben von Stärkemehl noch nach 18 — 20 Stunden unveränderte Stücke des Kuchens in nicht unerheblichen Quantitäten erbrochen wurden, so dass sich also in diesen Fällen bei Schluss des Versuches im Darmkanale ein noch nicht zu Koth gewordener Inhalt befindet.

Bei Darreichung von Brod, wobei ebenfalls grössere Mengen von Stärkemehl in den Darm gelangen, ist bei längere Zeit fortgesetzter Fütterung die Kothentleerung eine viel bedeutendere. Es ist demnach wahrscheinlich, dass bei der übermässigen Stärkefütterung, wenn diese nur einen einzigen oder nur zwei Tage währte, ein ansehnlicher Theil der Stärke am Ende des Versuchs unverdaut im Darme blieb und erst den kommenden Tag verändert und resorbirt wurde, wenn an diesem die Bedingungen dafür gegeben waren. Dies war nun bei unserem jetzigen Versuche wirklich möglich. Der Hund hatte nämlich am 3. und 4. Mai je 700 Stärkemehl erhalten; am 4. Mai Abends 7 Uhr wurde ihm die letzte Portion mit einiger Schwierigkeit beigebracht und es ist im Tagebuch bemerkt, er hätte wohl nicht mehr ertragen, trotzdem erschien an den beiden Versuchstagen kein Koth, es trat auch kein Erbrechen ein. Am 5. Mai bekam er nach Abschluss des Versuches um 9 Uhr Vormittags zur Abgrenzung des Kothes Knochen; am 5. Mai Nachmittags

halb 2 Uhr kamen 244 Koth, wovon 126 Gramm der früheren Fütterung mit gemischter Kost und 118 Gramm der Stärkefütterung angehörten und erst am 6. Mai Früh 7 Uhr wurde mit den gegebenen Knochen der letzte Stärkekoth ausgeschieden. Es blieb also der Rest der unverdauten Stärke nach Abschluss des Versuches noch 24 Stunden im Darme zurück und es konnte von derselben noch ein Antheil resorbirt werden, welcher demnach bei unserer Rechnung vom Kothe abging. Es ist dann gerade so, als ob an diesem Tage weniger Stärke gefüttert worden wäre; es muss also bei Abschluss des Versuches entweder alles in den unteren Theilen des Dickdarmes, an welchen nichts mehr resorbirt wird, angelangt sein, oder noch besser aller Inhalt entleert sein. Dies war nun bei unserem Versuche mit extremen Stärkemengen nicht der Fall. Der dadurch entstehende Fehler konnte nur möglichst verkleinert werden, wenn man längere Zeit die grössere Menge der Stärke gab und am Schlusse des Versuches für rasche Entleerung des Darmes Sorge trug.

Ehe wir zu dieser Erkenntniss gekommen waren, machten wir einen zweiten Versuch mit 700 Stärke, der noch unter ähnlichen Umständen wie der eben vorgeführte angestellt wurde und desshalb auch ein ähnliches, ja noch auffallenderes Resultat gab. Wir wollen der Vollständigkeit halber auch die Zahlen dieses Versuches hierher setzen.

b) 5. Juni 1861.

Der Hund hatte längere Zeit gemischtes Fressen erhalten; am 3. und 4. Juni hungerte er, am 5. Juni bekam er 700 Stärke, am 6. Juni hungerte er wieder und am 7. Juni wurden zur Abgrenzung des Kothes Knochen gegeben. Es fanden sich dabei folgende Harnstoffmengen:

	Futter	Harnstoff
4. Juni	0	9.6
5. „	700 St. 17 Fett	15.8
6. „	0	8.5

Am 5. Juni bestimmten wir im Respirationsapparate die Quantität der ausgeschiedenen Kohlensäure mit folgendem Resultate:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure
5. Juni	33.900	869	392	13.8	547.1
6. „	34.500				

In den Einnahmen und Ausgaben befanden sich an Kohlenstoff und Stickstoff:

	Kohlenstoff	Stickstoff
Einnahmen:		
in 700.0 Stärke . . .	260.9	1.0
in 17.0 Fett	13.0	0
Summe	273.9	1.0
Ausgaben:		
in 392.0 Harn . . .	4.6	6.4
in 214.0 Koth . . .	17.3	1.1
in der Respiration . .	149.2	0
Summe	171.1	7.5
Differenz	+ 102.8	— 6.5

Daraus erhält man:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in den Zersetzungsprodukten . . .	171.1	7.5
in 191.2 Fleisch . .	23.9	6.5
in 58[illegible].5 trockener Stärke	260.9	1.0
Rest	+ 113.7	0
21.4 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51%	16.4	0
Rest	+ 97.3	0

1) Es wurden für diesen Tag 214.0 frischer = 88.7 trockener Koth abgegrenzt.

Es bleiben demnach abermals mindestens 97.3 Kohlenstoff, d. i. 36 % des Kohlenstoffs der aufgenommenen Stärke im Körper zurück. Da hier nur an einem Tage die grosse Menge Stärke gegeben wurde, so ist es leicht möglich, dass am Ende des Versuchstages in der Form von Zucker etc. ein Theil dieses Kohlenstoffs in den Organen und Säften sich vorfand. Ebenso wurde sicherlich ein Theil davon als Grubengas entfernt. Besonders günstig waren aber hier die Verhältnisse für eine Zurückhaltung unveränderter Stärke im Darmkanale. Am 5. Juni waren die 700 Stärke verzehrt worden; am 6. Juni hungerte das Thier; am 7. Juni erhielt es in der Frühe um 9 Uhr Knochen, worauf am nämlichen Tage um 1/23 Uhr Nachmittags der erste Koth und den Tag darauf, am 8. Juni Vormittags, der Rest entleert wurde. Namentlich am 6. Juni, am Hungertage nach der Stärkefütterung, konnte die im Darme noch befindliche Stärke resorbirt werden und so vom nachträglichen Kothe in Abzug kommen.

Dass dem wirklich so war, beweist ein Respirationsversuch, welcher an diesem Tage angestellt wurde. Wir erhielten dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
6. Juni	34.500	180.0	271.0	8.3	402.9
7. „	33.990				

Die Ausgaben an Kohlenstoff und Stickstoff stellten sich wie folgt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in 271.0 Harn . . .	3.0	3.9
in der Respiration . .	109.8	0
Summe	112.8	3.9

Es wurden also zersetzt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in 113.8 Fleisch	14.2	3.9
Rest	98.6	0
der Rest in Fett ausgedrückt giebt 128.8 Fett mit	98.6	0

Vergleicht man dieses Resultat mit dem der früher[1]) mitgetheilten Hungerversuche, so ergiebt sich:

	6 ter Hungertag	10 ter Hungertag	2 ter Hungertag	5 ter Hungertag	8 ter Hungertag	hier
Fleischverbrauch	175	154	341	167	138	114
Fettverbrauch . .	107	83	86	103	99	129
Kohlensäureabgabe .	366	289	380	358	334	403

Wir finden also hier, nachdem den Tag vorher viel Stärkemehl gegeben und die beiden vorausgehenden Tage gehungert worden war, eine auffallend grosse Kohlensäureausscheidung, welche einer sehr bedeutenden Fettzersetzung entsprechen würde. Für diese Kohlensäuremenge findet sich sonst kein Grund vor und sie lässt sich nur erklären, wenn man annimmt, dass von der Stärkefütterung des vorhergehenden Tages noch Stärke im Darme zurückgeblieben ist, welche am Hungertage resorbirt und zerstört wurde.

Man ersieht aus den beiden vorstehenden Versuchen recht deutlich, wie genau man alle Umstände dabei überlegen muss und wie leicht man zu Irrthümern verleitet werden kann.

Es blieb uns also jetzt noch die Aufgabe, die Aufspeicherung von Kohlehydraten im Körper während des Respirationsversuches und die nachträgliche Aufnahme unverdauter Stärke aus dem Darme zu verhüten, indem vor demselben während einiger Tage und auch nachher die gleiche Portion Stärke gegeben wurde. Zuletzt musste rasch durch Knochenfütterung der im Darme befindliche Rest entfernt werden; wir erhielten so die gesammte Kothmenge der Versuchstage möglichst genau, höchstens konnte noch nach dem Schlusse des Versuches bis zur Abgrenzung des Kothes mittelst der Knochen etwas Stärke aufgenommen werden, so dass also die Menge des Kothes etwas zu niedrig ausfallen wird.

c) Reihe vom 10.—15. Juli 1873.

Nachdem der Hund lange Zeit gemischtes Fressen erhalten und dadurch in vortrefflichen Ernährungs- und Verdauungszustand versetzt worden war, was absolut nöthig ist, um die enorme Menge des Stärkemehls zu ertragen und in 24 Stunden möglichst zu ver-

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 374 und S. 381.

dauen, hungerte er am 9. Juli, um die Hauptmasse des cirkulirenden Eiweisses zur Zersetzung zu bringen. Dann erhielt er während 5 Tagen, vom 10.—15. Juli, je 700 lufttrockene Stärke in der Form von Kuchen, die nach Anrührung der Stärke mit Wasser mit etwas Fett ausgebacken worden waren. Er frass dieselben nur an den ersten Tagen freiwillig; später mussten sie ihm zwangsweise, d. h. durch Einschoppen beigebracht werden. Am 3. und 5. Tage der Fütterung, am 12. und 14. Juli, kam das Thier in den Respirationsapparat zur Bestimmung der im Athem abgegebenen Kohlensäure. Wir erhielten dabei folgendes:

Datum 1873	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken	Kohlensäure
	Stärke	Fett	Wasser				
9. Juli	0	0	—	1069	45.4	0	—
10. „	700	—	—	798	36.6	0	—
11. „	700	21.7	947	470	13.3	108.7	—
12. „	700	22.3	1000	446	10.9	95.5	785.2
13. „	700	20.7	1000	544	12.4	189.3	—
14. „	577	21.2	1000	457	17.5	107.1	799.5

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass an den späteren Tagen täglich mehrere Male, ähnlich wie bei Brodfütterung, Koth entleert wurde. Der erste Stärkekoth erschien am 11. Juli Nachmittags 3 Uhr, also 27 Stunden nach Aufnahme der ersten Stärkekuchen. In den ersten Tagen war der Koth weich und breiartig, dann nahm er Wurstform an; an der Oberfläche befanden sich rothe Streifchen von Blut, mit dem Mikroskope waren darin zahllose Stärkekörnchen wahrzunehmen. Am fünften Fütterungstage fand sich nach Beendigung des zweiten Respirationsversuches um ½12 Uhr Mittags im Apparate ein Theil der gefütterten Stärkekuchen (106.8 Grm. bei 100° getrocknet) erbrochen vor, so dass also nur 577 lufttrockene Stärke zur Verwendung kamen; am Abend vorher war noch nichts im Käfige bemerkt worden, es musste also das Erbrechen erst während der Nacht eingetreten sein, ein Beweis, dass die grosse Menge Stärke erst spät völlig verdaut wird. Am 15. Juli nach Beendigung des Versuches erhielt der Hund, nachdem er 80.5 trockenen Koth entleert hatte, Knochen vorgesetzt, von denen

er aber nur wenig frass; am 16. Juli erschien Früh 5 Uhr der letzte auf die Stärkereihe fallende Koth, 26.6 Grm. im trockenen Zustande wiegend.

Wir fanden demnach im Ganzen 500.6 trockenen Koth, auf 3377 lufttrockene Stärke treffend; auf 700 Stärke berechnen sich daher 103.7 trockener Koth und auf 577 Stärke 85.5 trockener Koth[1]). In 103.7 trockenem Koth befinden sich 2.54 Stickstoff, in 85.5 trockenem Koth 2.10 Stickstoff.

Wir erhalten nun folgende Bilanz des Kohlenstoffs und Stickstoffs für die beiden Respirationsversuche:

1)

	Kohlenstoff	Stickstoff
Einnahmen:		
in 700.0 Stärke . . .	268.7	1.03
in 22.3 Fett	17.1	0
Summa	285.8	1.03
Ausgaben:		
in 446.0 Harn	3.6	5.07
in 103.7 Koth	51.5	2.54
in der Respiration . .	214.1	0
Summa	269.2	7.61
Differenz	+ 16.6	— 6.58

1) Nach den von Dr. J. Forster ausgeführten Bestimmungen finden sich:
I. in der lufttrockenen Stärke 86.97 und 86.81, d. i. im Mittel 86.89 % feste Theile; ferner in der wasserfreien Stärke 0.391 und 0.406, d. i. im Mittel 0.398 % Asche; endlich 0.150, 0.187 und 0.174, d. i. im Mittel 0.170 % Stickstoff.
II. im trockenen Kothe sind:

	% Fett	% Asche	% Stickstoff
1)	4.61	8.43	2.48
2)	4.15	9.12	3.28
3)	1.68	5.29	1.42
4)	3.91	6.54	3.52

es kommen also auf:

		Fett	Asche	Stickstoff
1)	103.7 Koth	5.01	9.16	2.70
2)	95.5 „	3.96	8.71	3.13
3)	189.3 „	3.18	10.01	2.69
4)	107.1 „	4.19	7.00	3.77
	500.6 Koth	16.34	34.88	12.29

Dies ergiebt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in den Zersetzungsprodukten	269.2	7.61
in 198.5 Fleisch . . .	24.2	6.58
in 608.2 trockener Stärke	268.7	1.03
Rest	— 23.7	0
21.7 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51 %. .	16.6	0
Rest	— 7.1	0

2)

	Kohlenstoff	Stickstoff
Einnahmen:		
in 577.0 Stärke . . .	221.6	0.85
in 21.2 Fett	16.2	0
Summa	237.8	0.85
Ausgaben:		
in 457.0 Harn	5.8	8.18
in 85.5 Koth	42.5	2.10
in der Respiration . .	218.0	0
Summa	266.3	10.28
Differenz:	— 28.5	— 9.43

Dies ergiebt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in den Zersetzungsprodukten	266.3	10.28
in 277.3 Fleisch . . .	34.7	9.43
in 501.4 trockener Stärke	221.6	0.85
Rest	— 10.0	0
in 13.0 Fett von den 21.2 Fett der Nahrung zersetzt	10.0	0
Rest	0	0

Am ersten Versuchstage (bei 700 Stärke) bleibt also ein Rest von 7 Kohlenstoff, der von den Einnahmen und den Zersetzungen im Körper in den Ausgaben nicht gefunden wurde, unter der Annahme, dass das wenige mit der Nahrung aufgenommene und das aus dem zersetzten Eiweisse entstandene Fett angesetzt worden ist; diese 7 Kohlenstoff (3 % des Kohlenstoffs der Stärke) können sehr wohl in den unvermeidlichen Fehlerquellen eines Versuches über so verwickelte Vorgänge liegen, sie können aber auch durch das hier nicht bestimmte bei Stärkefütterung stets ausgeschiedene Grubengas oder durch den aus vorher angegebenen Gründen auch jetzt noch nicht vollständig erhaltenen Koth gedeckt werden.

Am zweiten Versuchstage, an welchem der Hund in Folge des Erbrechens eines Theiles der Stärke weniger davon erhielt und sehr unruhig war, fand sich nicht nur der Kohlenstoff der im Darme behaltenen Stärke völlig in den Ausscheidungen wieder vor, sondern auch der Kohlenstoff des zersetzten Fleisches und der grösste Theil des Kohlenstoffs des in den Stärkekuchen eingebackenen Fettes.

Die beiden Versuche halten wir für entscheidende; beim Hunde wird der Kohlenstoff des Stärkemehles, auch in der extremsten Menge, in welcher er vom Darme aus noch in die Säftemasse aufgenommen wird, in Zeit von 24 Stunden ohne jeden Zweifel vollständig wieder ausgeschieden, und es bleibt nichts davon zurück, um Fett daraus zu erzeugen und zum Ansatze zu bringen.

Der erste Versuch ist ein äusserster Fall, bei dem von einem Thiere von etwa 34 Kilo Gewicht 504.5 Grm. des Kohlehydrates resorbirt worden sind und bei dem dasselbe sehr ruhig sich im Käfige verhielt. Beim zweiten Versuche wurden 415.9 Grm. des Kohlehydrates in die Säfte aufgenommen; der Hund war dabei, wie oben angegeben, unter Tags sehr unruhig und athmete keuchend, daher etwas mehr Kohlensäure als beim ersten Versuche austrat und neben dem Kohlenstoff der resorbirten Stärke auch noch der des in grösserer Menge zersetzten Fleisches und zur Hälfte der des verzehrten Fettes in den Zersetzungsprodukten wieder erschien.

Ganz anders als das Stärkemehl verhält sich nach unseren

früheren Versuchen das Fett [1]. Giebt man nur 100 Fett, so wird eben der Fettverlust vom Körper aufgehoben; bei 330 Fett dagegen erscheint ausser dem Kohlenstoff von 227 Fleisch, welche zersetzt worden sind, nur der von 164 Fett, derjenige von 186 Fett (33%, des aufgenommenen) blieb dagegen im Körper zurück und wurde darin in Fett abgelagert, während aller Kohlenstoff einer viel grösseren Menge von Stärkemehl in den Ausgaben auftritt.

Zum Schlusse fügen wir noch einige Versuche, bei welchen Brod, also ebenfalls grössere Mengen von Stärkemehl gefüttert worden sind, an, da sie sich am besten hier anreihen lassen.

VII. Abschnitt.

Fütterung mit Brod.

1) 800 Brod.

Reihe vom 6.—9. März 1861.

Der Hund hatte nach vorheriger Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Leim während 3 Tagen je 800 Brod erhalten. Am dritten Tage wurde mittelst des Respirationsapparates die ausgeschiedene Kohlensäure bestimmt. Wir erhielten dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Koth [2]	Kohlensäure
8. März	32.820	963	410	21.3	268.3	580.2
9. „	33.150					

Die Zerlegung der Einnahmen und Ausgaben in die Elemente ergiebt:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Brod 800.0	370.8	194.9	27.7	10.2	178.7	17.7
Wasser 963.0	963.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . 448.9	—	—	—	—	448.9	—
2211.9	1333.8	194.9	27.7	10.2	627.6	17.7
	148.2 H		148.2		1185.6	
	1185.6 O		175.9		1813.2	

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 388 und S. 392.

2) Für die 3 Tage wurden 841.7 frischer = 206.1 trockener Koth abgegrenzt

	HO	C	H	N	O	Asche
Ausgaben:						
Harn 410.0	372.0	7.2	1.7	9.9	8.3	10.9
Koth 280.6	211.9	32.6	4.5	2.0	24.8	4.8
Respiration . . . 1203.6	623.4	158.2	—	—	422.0	—
1894.2	1207.3	198.0	6.2	11.9	455.1	15.7
	134.1 H		134.1		1073.2	
	1073.2 O		140.3		1528.3	
Differenz: + 317.7	—	— 3.1	+ 35.5	— 1.7	+ 284.9	+ 2.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	197.9	140.4	11.9	1079.4	15.7
in 800.0 Brod	194.9	68.9	10.2	508.2	17.7
in 50.3 Fleisch vom Körper her	6.3	5.1	1.7	36.5	0.6
in 4.2 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	3.2	0.5	0	0.5	0
Rest	0	— 66.9	0	— 535.2	+ 2.6

Sauerstoff berechnet: 448.9.

Es wurde demnach im Körper zersetzt:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
429	— 50	+ 4	+ 326	449

In 800.0 Brod befinden sich 66.4 Eiweiss (≙ 302 Fleisch) und 353.6 Stärkemehl, es steht also dieser Versuch am nächsten dem S. 447 mitgetheilten bei Fütterung mit 400 Fleisch und 344 trockener Stärke. Auch damals wurde alle Stärke zersetzt, noch Fleisch vom Körper abgegeben (13 Grm.) und aus dem zersetzten Eiweisse Fett abgelagert (39 Grm.); die Kohlensäureausscheidung betrug dabei 578 Grm., hier 580 Grm. Ein Unterschied besteht nur darin, dass bei Verzehrung der Stärkekuchen mit Fleisch blos

14.0 trockener Koth entleert wurde, bei Verzehrung von Brod dagegen 68.7 Grm.; immer wird nach Brodgenuss viel Koth entleert, wie besonders aus den Versuchen von E. Bischoff[1] und G. Meyer[2]) hervorgeht. Es kamen von dem Brode nur 360.5 trockene Substanz mit 53 Eiweiss (= 243 Fleisch) und 303 Stärke zur Resorption; desshalb wurde auch beim Stärkeversuche weniger Fleisch vom Körper abgegeben und mehr Fett daraus erspart als hier beim Brodversuche.

Wir haben als Resultat, dass bei Fütterung mit Brod in einer Menge, dass sie der Hund nicht freiwillig verzehrte, immer noch etwas Fleisch vom Körper abgegeben wurde, dass aber das Fett des Körpers intakt blieb, ja sogar noch etwas Fett, aus dem zersetzten Eiweisse herrührend, zur Ablagerung kam; ausserdem nahm der Körper an Wasser nicht unbeträchtlich zu. Von einem Fettansatze aus der Stärke, trotz der nicht unbedeutenden Menge derselben, kann keine Rede sein.

2) 900 Brod.

Reihe vom 20.—26. Juli 1863.

In einer vorausgehenden Reihe, deren Resultate S. 444 dieser Abhandlnng von uns beschrieben worden sind, waren dem Hunde täglich 400 Fleisch und 400 Stärkemehl dargereicht worden, mit denen er sich nahezu auf dem Stoffgleichgewichte erhielt; darauf folgte eine sechstägige Reihe (vom 20.—26. Juli) bei Fütterung mit 900 Brod täglich; der Hund nahm diese grosse Menge nicht freiwillig auf, sondern es musste ihm ein Theil davon eingestopft werden. An den sechs Tagen wurden folgende Harnstoffmengen ausgeschieden:

	Harnstoff:
1)	24.3
2)	23.5
3)	19.3
4)	23.4
5)	21.3
6)	24.7

1) Diese Zeitschrift 1869 Bd. V S. 452.
2) Diese Zeitschrift 1871 Bd. VII S. 1.

Am vierten und sechsten Tage der Fütterung mit Brod, am 23. und 25. Juli, kam der Hund in den Respirationsapparat zur Ermittelung der gasförmigen Ausscheidungsprodukte und des dabei aufgenommenen Sauerstoffs. Dabei ergab sich:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1])	Kohlensäure.	Wasser	H	Sauerstoff
23. Juli	32.527	964	694	23.4	658.8	561.5	0.9	477.9
24. "	32.952							
25. "	32.640	853	918	24.7	603.5	480.7	8.4	522.2
26. "	32.570							

Bei der Auseinandersetzung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben erhält man:

a) Den 23. Juli.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Brod	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser	964.0	964.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	477.9	—	—	—	—	477.9	—
	2341.9	1378.7	220.4	31.3	11.6	680.0	20.0
		153.2 H		153.2		1225.5	
		1225.5 O		184.5		1905.5	
Ausgaben:							
Harn	694.0	651.6	8.0	1.8	10.9	9.2	12.4
Haare	1.7	(1.7)	—	—	—	—	—
Koth	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration . . .	1220.2	561.5	179.6	0.9	—	479.2	—
	2255.0	1486.0	219.9	7.2	12.9	513.0	17.0
		165.1 H		165.1		1320.9	
		1320.9 O		172.3		1833.9	
Differenz:	+ 86.9	—	+ 0.5	+ 12.2	— 1.3	+ 71.6	+ 3.0

1) Für die 6 Tage wurden 2034.9 frischer = 407.3 trockener Koth abgegrenzt. Am 25. Juli wurden 349.0 frischer Koth entleert.

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1336.0	[illegible]
in [illegible] Brod	[illegible]	77.4	11.6	[illegible]	20.0
in [illegible] Fleisch vom Körper her	4.9	0.7	1.8	2.0	0.3
in 7.0 Fett aus zersetztem Eiweiss an	5.4	0.8	0	0.8	0
Rest	0	— 95.1	0	— [illegible]	+ 3.5
				und H = — [illegible]	

Sauerstoff berechnet: [illegible]
Sauerstoff auf: 477.9 (— [illegible])

Daraus erhält man:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
485	— 39	+ 7	+ 89	476

b) Den 25. Juli.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Brod	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser	853.0	853.0	—	—	—	—	
Sauerstoff . . .	522.2	—	—	—	—	522.2	
	2275.2	1267.7	220.4	31.3	11.6	724.3	20.0
		140.8 *H*		140.8		1126.9	
		1126.9 *O*		172.1		1851.2	
Ausgaben:							
Harn	918.0	876.1	7.3	1.7	11.7	8.5	12.7
Haare	1.3	(1.3)	—	—	—	—	—
Koth	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration . . .	1092.6	480.7	164.6	8.4	—	438.9	—
	2351.0	1629.3	204.2	14.6	13.7	472.0	17.3
		181.0 *H*		181.0		1448.3	
		1448.3 *O*		195.6		1920.3	
Differenz:	— 75.8	—	+ 16.2	— 23.5	— 2.1	— 69.1	+ 2.7

	C	*H*	*N*	*O*	Asche
Gesammtumsatz	204.2	195.6	13.7	1398.1	17.3
in 900.0 Brod	220.4	77.4	11.6	570.7	20.0
in 60.3 Fleisch vom Körper her	7.5	1.0	2.1	3.1	0.8
in 31.0 Fett aus zersetztem Eiweiss an . . .	23.7	3.7	0	3.6	0
Rest	0	— 120.9	0	— 827.8 nach *H* = 967.0	+ 3.5

Sauerstoff berechnet = 383.1
Sauerstoff auf = 522.2 (+ 36 %.)

Daraus erhält man:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
485	— 60	+ 31	— 92	522

In beiden Versuchen stellt sich also wie im ersten Versuche bei Fütterung mit 800 Brod eine vollständige Zersetzung des Stärkemehls, eine Abgabe von Fleisch vom Körper und ein geringer Ansatz von Fett aus dem zersetzten Eiweiss heraus. Im Mittel beträgt der Verlust an Fleisch 49 Grm., der Fettansatz 19 Grm.

In 900.0 Brod sind 74.7 Eiweiss (= 340 Fleisch) und 397.8 Stärkemehl enthalten; davon wurden 417.4 trockene Substanz mit 62 Eiweiss (= 282 Fleisch) und 371 Stärke resorbirt.

In der dieser Brodreihe vorausgehenden Reihe wurden 400 Fleisch und 344 trockene Stärke gereicht, also etwas mehr Eiweiss und etwas weniger Stärke als bei der Brodfütterung. Die Resultate beider Versuche stimmen dem entsprechend nahezu überein.

Zur leichteren Uebersicht stellen wir die Hauptresultate der Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Stärkemehl, mit Stärkemehl allein und mit Brod zusammen.

Nahrung				Aenderung im Körper						Sauerstoff	
Fleisch frisch	Stärke oder Zucker trocken	Fett	Brod frisch	Fleich zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke oder Zucker zersetzt	Fett aus Nahrung	Fett vom Körper ab	Fett aus Eiweiss an	auf	nöthig
0	379	17	—	211	— 211	379	+ 17	—	24	—	430
0	608	22	—	193	— 193	608	+ 22	—	22	—	—
(302)	(354)	—	800	(352)	— 50	354	—	—	4	—	449
(340)	(398)	—	900	(389)	— 49	398	—	—	19	500	442
400	210	10	—	436	— 36	210	— 10	8	—	—	440
400	227 Z.	—	—	393	+ 7	227 Z.	—	25	—	—	435
400	344	6	—	344	— 13	344	+ 6	—	39	467	382
500	167	6	—	530	— 30	167	+ 6	—	8	268	269
500	182 Z.	—	—	537	— 37	182 Z.	—	—	16	255	350
800	379	14	—	608	+ 192	379	+ 14	—	55	—	472
1500	172	4	—	1475	+ 25	172	+ 4	—	43	561	487
1800	379	10	—	1469	+ 331	379	+ 10	—	112	—	611

Aus unserem Versuchsmateriale lassen sich zur Darstellung der Wirkung des Stärkemehls oder Zuckers auf die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper folgende allgemeine Schlussfolgerungen ziehen.

In dem Darmkanale des Hundes kann eine grosse Menge von Stärkemehl in Zucker umgewandelt und sehr viel Zucker resorbirt werden. Es ist, wie von vornherein zu erwarten war, für den Stoffumsatz ganz gleich, ob man Stärkemehl im Darme in Zucker umwandeln und resorbiren, oder die aequivalente Menge Traubenzucker vom Darme aus in die Säfte treten lässt. Im Maximum wurden von dem im Mittel 34 Kilo schweren Thiere 504 Grm. trockener Stärke in einem Zeitraum von 24 Stunden im Darme verdaut und resorbirt, also von 1 Kilo Hund 15 Grm. Ein Ochse, welcher bei Beginne der Mast 1000 Pfund wiegt, nimmt nach der Angabe von Jul. Kühn[1]) in der Pflanzennahrung täglich etwa 13 Pfund stickstofffreie Extraktstoffe auf, dies macht auf 1 Kilo 13 Grm.; da nun nach Henneberg und Stohmann[2]) der verdaute Theil der stickstofffreien Extraktstoffe und die verdaute Holzfaser zusammen

1) Jul. Kühn, die zweckmässigste Ernährung des Rindviehs. 1871. S. 249.

2) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Heft II. S. 358.

98% der Menge der in den Darm gelangten stickstofffreien Extraktstoffe beträgt, so nimmt 1 Kilo des Mastochsen täglich etwa 12.7 Grm. Zucker vom Darme in die Säfte auf, also nicht mehr als unser Hund bei reichlicher Stärkefütterung resorbirte. Der complicirt gebaute Darm des Pflanzenfressers leistet in Ueberführung von Stärkemehl in Zucker und in Resorption von Kohlehydraten nicht wesentlich mehr als der des Fleischfressers, sondern er ist vielmehr dafür eingerichtet, ein für den Darm des Fleischfressers schwer und im älteren Zustande gar nicht zugängliches Kohlehydrat, die Cellulose, in eine lösliche Verbindung überzuführen und dadurch auch aus den Cellulose haltigen Zellen unverändertes Stärkemehl, Eiweiss etc. frei und für die Verdauungssäfte zugänglicher zu machen.

Sind einmal die verschiedenen Modificationen der Kohlehydrate als Zucker in die Säfte übergegangen, so verhalten sich gegen dieselben selbstverständlich die Theile des Leibes des Pflanzenfressers ebenso wie die des Fleischfressers; nur können die Zersetzungen in ihren quantitativen Verhältnissen z. B. wegen verschieden grosser Zufuhr Verschiedenheiten zeigen, sie können jedoch auch ganz die gleichen sein, da unter Umständen wie sie in unseren Versuchen vorkommen, beim Fleischfresser ebensoviel Kohlehydrat bei den Zersetzungsprozessen im Körper in Mitwirkung tritt als beim Pflanzenfresser.

Es ist desshalb gewiss ungerecht, wenn noch immer so oft behauptet wird, dass Fütterungsversuche an einem fleischfressenden Hunde mit Stärkemehl oder Zucker nicht den mindesten Werth hätten um die Bedeutung der Kohlehydrate zu erkennen, weil Stärkemehl oder Zucker für den Fleischfresser keine Nahrungsstoffe seien oder wenigstens ganz ungeeignet für ihn erschienen.

Es kann dieser so oft vernommene Widerspruch nur darin seine Erklärung finden, dass durch unsere Versuche so manche lieb gewonnene Vorstellung nicht bestätiget, sondern im Gegentheil zerstört wird.

Der Hund ist für Versuche, durch welche die Prinzipien der Ernährung gefunden werden sollen, der geeignetste Organismus, da man ihm alle möglichen Nahrungsstoffe beibringen kann und durch die Residua im Darme viel weniger gestört ist als beim

Pflanzenfresser; es spielt sich bei ihm in den meisten Fällen der Verdauungsakt binnen 24 Stunden völlig ab und man erfährt viel leichter das, was resorbirt worden ist. Sind am Hunde die Prinzipien erkannt, so ist es noch sehr wichtig für die verschiedenen Organismen z. B. den Menschen, das Rind, das Schwein etc., deren rationelle Ernährung für unser Dasein von Bedeutung ist, die quantitativen Verhältnisse zu eruiren. Diejenigen, welche sich diesen Arbeiten hingegeben, haben bisher dabei nur Gelegenheit gehabt, die von Bischoff und uns beiden aufgestellten, am Hunde gewonnenen Gesetze zu bestätigen, und sie haben in dieser Beziehung noch nie einen Unterschied zwischen den Fleischfressern und Pflanzenfressern gefunden.

Bei mittleren Gaben von Stärkemehl mit oder ohne Zusatz von Fleisch (bis zu 379 Grm. trockener Stärke im Tag in unseren Versuchen) wird nur sehr wenig Koth ausgeschieden; derselbe besteht in diesem Falle wie der Koth nach ausschliesslicher Fleischfütterung grösstentheils aus den Residuen der Darmsäfte und der übrigen Ausscheidungen im Darme. Erst wenn die Menge der trockenen Stärke beträchtlich darüber sich erhebt, wird der Koth massiger und tritt unveränderte Stärke in Menge in ihm auf, da dann die Grenze für die Umwandlung derselben gekommen ist. Die Vermehrung des Kothes bei grösseren Stärkegaben zeigt folgende Tabelle sehr deutlich:

Nahrung			trockener Koth im Tag	in % des trockenen Kohlehydrates
Fleisch	trockene Stärke oder Zucker	Brod frisch		
400	210	—	10.8	5.1
400	227 Z.	—	12.5	5.5
400	344	—	14.0	4.1
500	182 Z.	—	7.9	4.3
500	167	—	8.1	4.8
800	379	—	16.5	4.3
1500	172	—	18.0	10.4
1800	379	—	14.2	3.8
0	379	—	19.2	5.1
0	608	—	108.7	17.5
(302)	(354)	800	68.7	19.4
(340)	(398)	900	67.9	17.1

Aus der Reihe fallen nur die bei der Brodfütterung und bei der übermässig grossen Stärkegabe erhaltenen Zahlen, die im Verhältnisse zu der Menge der verzehrten Stärke zu hoch sind. Es ist schon früher dies eigenthümliche Verhalten des Brodes im Gegensatze zu der in anderer Form gegebenen Stärke in der oben citirten Abhandlung von G. Meyer besprochen worden. Auch im Brodkothe findet sich sehr viel unveränderte Stärke vor und seine Elementarzusammensetzung ist nahezu die gleiche wie die des gefütterten Brodes.

Der in die Säfte eingetretene Zucker zerfällt im Körper stets bis auf geringe Quantitäten vollständig und er wird schliesslich binnen kurzer Zeit bis zu Kohlensäure und Wasser verwandelt und dann ausgeschieden.

Man hat auffallender Weise neuerdings geleugnet, dass der Zucker im Thierkörper verbrenne, und dabei nicht gehörig bedacht, was denn aus dem Zucker werden soll, wenn Tag für Tag grosse Mengen desselben vom Darme aus in die Säfte gelangen wie z. B. beim Pflanzenfresser oder beim Hunde nach Fütterung mit Fleisch und Stärkemehl, und wenn sich der Organismus bei der betreffenden Kost eben auf dem Stoffgleichgewichte erhält. Man gründete diesen Zweifel vorzüglich auf Scheremetjewski's[1]) Versuche, welcher in die Jugularvene eines Kaninchens Lösungen der Natronsalze der Milchsäure, Capronsäure, Essigsäure, Ameisensäure und Benzoesäure, dann Traubenzucker und Glycerin einspritzte und darnach die Aenderung der Kohlensäureauscheidung und Sauerstoffaufnahme beobachtete. Er nahm bei dem milchsauren und capronsauren Natron und dem Glycerin eine Steigerung der Kohlensäureausfuhr und der Sauerstoffaufnahme wahr, bei Traubenzucker fand er jedoch hierin keine Aenderung. Aber von dieser Beobachtung und dem Schlusse, dass der Zucker als solcher innerhalb der Gefässe oder Gewebe nicht oxydirt werde, oder nur langsam zerlegt und der Oxydation zugängig werde, ist ein weiter Sprung. Der eine von uns (V.) hat schon öfters betont, dass sich die Folgen von Einbringung von Substanzen in das Blut nicht für die gewöhnlichen

1) Scheremetjewski, Berichte der k. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Classe. 1868. S. 154.

Vorgänge, bei welchen die Stoffe vom Darme aus in das Blut gelangen, verwerthen lassen. Spritzt man eine Lösung von einigen Grammen Eiweiss in das Blut, so geht bekanntlich Eiweiss in den Harn über, weil auf ein Mal zu viel Eiweiss in das Blut gelangt, während vom Darme aus im Tag 500 Gramm davon in das Blut übergehen können, ohne dass eine Spur Eiweiss im Harne sich findet; man darf daher daraus nicht auf die Unzerstörbarkeit des Eiweisses im Körper schliessen. Ebensowenig darf man, wenn man nach Einspritzung einer Lösung von einigen Grammen Traubenzucker in das Blut in kürzester Zeit den Harn zuckerhaltig findet, nicht entnehmen, dass der Zucker im thierischen Organismus nicht zerstört oder als solcher vom Darme gar nicht aufgenommen werde; wenn bei unserem Hunde in einem äussersten Falle in der Zeit von 18 Stunden 500 Zucker vom Darme aus in das Blut treten, so befinden sich in 1 Minute doch nur 0.5 Zucker in dem letzteren.

Man hat sich früher unter dem Worte Verbrennung oder Oxydation im Thierkörper vielfach falsche Vorstellungen gemacht. In demselben findet sich, wie der eine von uns (V.) bei vielen Gelegenheiten schon hervorgehoben hat, nicht eine einfache Annagung der Kohlenstoff- oder Wasserstofftheilchen einer Verbindung durch den Sauerstoff, sondern ein allmählicher Zerfall, wobei bei der Möglichkeit der Sauerstoffaufnahme nach und nach dieser in die Verbindung eintritt, so dass zwischen dem Traubenzucker und dem schliesslichen Auftreten von Kohlensäure und Wasser eine Unzahl von Zwischenstufen bestehen mag. Für jeden solchen Zerfall müssen Ursachen und Bedingungen vorhanden sein, wie z. B. für den ganz analogen Zerfall des Holzes im Ofen die Anzündungstemperatur, ohne welche der Sauerstoff nichts nützt; und so finden sich auch im Thierkörper die Ursachen und Bedingungen für den Zerfall des Eiweisses, des Fettes, des Zuckers etc. Entsprechend diesen Bedingungen wird in einer gewissen Zeit nur eine bestimmte Menge jener Stoffe zerlegt. Die Grösse der Zerlegung zeigt sich z. B. abhängig von der Quantität jener Stoffe und der Anwesenheit anderer. Man kann durch Fette oder Kohlehydrate den Umsatz des Eiweisses etwas beschränken, oder durch Kohlehydrate den Verbrauch des Fettes aufheben.

Dadurch erklären sich Scheremetjewski's Resultate ganz

Am vierten und sechsten Tage der Fütterung mit Brod, am 23. und 25. Juli, kam der Hund in den Respirationsapparat zur Ermittelung der gasförmigen Ausscheidungsprodukte und des dabei aufgenommenen Sauerstoffs. Dabei ergab sich:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff[1]	Kohlensäure.	Wasser	H	Sauerstoff
23. Juli	32.527	964	694	23.4	658.8	561.5	0.9	477.9
24. "	32.952							
25. "	32.640	853	918	24.7	603.5	480.7	8.4	522.2
26. "	32.570							

Bei der Auseinandersetzung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben erhält man:

a) Den 23. Juli.

		HO	*C*	*H*	*N*	*O*	Asche
Einnahmen:							
Brod	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser	964.0	964.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	477.9	—	—	—	—	477.9	—
	2341.9	1878.7	220.4	31.3	11.6	680.0	20.0
		153.2 *H*		153.2		1225.5	
		1225.5 *O*		184.5		1905.5	
Ausgaben:							
Harn	694.0	651.6	8.0	1.8	10.9	9.2	12.4
Haare	1.7	(1.7)	—	—	—	—	—
Koth	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration . . .	1220.2	561.5	179.6	0.9	—	479.2	—
	2255.0	1486.0	219.9	7.2	12.9	513.0	17.0
		165.1 *H*		165.1		1320.9	
		1320.9 *O*		172.3		1833.9	
Differenz:	+ 86.9	—	+ 0.5	+ 12.2	— 1.3	+ 71.6	+ 3.0

1) Für die 6 Tage wurden 2034.9 frischer = 407.3 trockener Koth abgegrenzt. Am 25. Juli wurden 349.0 frischer Koth entleert.

	C	H	N	O	Asche
Gesammtumsatz	219.9	172.3	12.9	1856.0	17.0
in 900.0 Brod	220.4	77.4	11.6	570.7	20.0
in 38.8 Fleisch vom Körper her	4.9	0.7	1.3	2.0	0.5
in 7.0 Fett aus zersetztem Eiweiss an	5.4	0.8	0	0.8	0
Rest	0	— 95.1	0	— 784.1 nach H = — 761.0	+ 3.5

Sauerstoff berechnet: 500.8
Sauerstoff auf: 477.9 (— 5%.)

Daraus erhält man:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
485	— 39	+ 7	+ 89	478

b) Den 25. Juli.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Brod	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser	853.0	853.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . .	522.2	—	—	—	—	522.2	—
	2275.2	1267.7	220.4	31.3	11.6	724.3	20.0
		140.8 H		140.8		1126.9	
		1126.9 O		172.1		1851.2	
Ausgaben:							
Harn	918.0	876.1	7.3	1.7	11.7	8.5	12.7
Haare	1.3	(1.3)	—	—	—	—	—
Koth	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration. . .	1092.6	480.7	164.6	8.4	—	438.9	—
	2351.0	1629.3	204.2	14.6	13.7	472.0	17.3
		181.0 H		181.0		1448.3	
		1448.3 O		195.6		1920.3	
Differenz:	— 75.8	—	+ 16.2	— 23.5	— 2.1	— 69.1	+ 2.7

Man muss also zunächst die Grösse der Zersetzung des Eiweisses kennen und dessen Kohlenstoff mit in Betracht ziehen. Wir erschliessen diese aus der Stickstoffausscheidung im Harn und Koth. In einigen Fällen ist nun die Kohlenstoffausgabe so gross, als der Kohlenstoffgehalt des zersetzten Eiweisses und der aufgenommenen Stärke. Dies ist aber nicht immer der Fall, der Kohlenstoffverlust kann grösser und kleiner ausfallen und es frägt sich, welchen Schluss man daraus ziehen darf.

Ist die Kohlenstoffmenge des zersetzten Eiweisses und des eingenommenen Kohlehydrates kleiner als die der Ausgaben, so ist noch Kohlenstoff vom Körper abgegeben worden; dieser kann aber, da der Kohlenstoff der eiweissartigen Substanzen schon berücksichtiget ist, nur in stickstofffreien Stoffen des Körpers enthalten gewesen sein und von diesen kommt in erheblicher Quantität nur das Fett in Betracht, denn die übrigen im Körper vorhandenen stickstofffreien Stoffe stammen aus dem kurz vorher zerfallenen Eiweisse und Fett oder den Kohlehydraten der Nahrung ab. Man könnte allerdings noch annehmen, dass vom Körper viel mehr Fett abgegeben und dagegen Kohlenstoff aus den Kohlehydraten in der Form von Fett abgelagert worden ist. Aber es ist von vorneherein im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass aus dem vom Darme eingeführten Zucker Fett entsteht, und in demselben Augenblicke am Körper abgelagertes Fett zerfällt. Man ist im Stande den Fettverlust vom Körper durch Kohlehydrate des Futters zu verhüten; unser Hund giebt bei Zufuhr von etwa 200 trockener Stärke kein Fett von sich mehr ab; würde also wie sonst beim Hunger im Tag 100 Fett dabei zerstört, so müssten aus 200 Stärke 100 Fett hervorgehen, was ganz unmöglich ist; alles erklärt sich aber ganz einfach, wenn man annimmt, dass der Zucker leichter zersetzt wird als das Fett und er also das Fett vor der Verbrennung schützt; erst wenn die Kohlehydrate der Nahrung nicht zureichen, wird noch Fett vom Körper angegriffen.

Das Fett kann unzweifelhaft im Thierkörper zerstört werden; wir sehen dies bei hungernden Thieren, bei denen schliesslich so gut wie alles Fett verschwunden ist, oder aus den Resultaten der Versuche bei Fettfütterung. Dass aber die Kohlehydrate viel leichter und in

grösserer Menge zerlegt werden und dass das Fett erst an die Reihe kömmt, wenn die vorhandenen Kohlehydrate verbraucht sind, zeigt der Vergleich der Zufuhr von Fett und Kohlehydraten; denn während bei Fütterung von 350 Fett mit 268 Kohlenstoff nur 519 Kohlensäure austraten, fanden sich bei 608 Stärkemehl mit ebenfalls 268 Kohlenstoff 785 Kohlensäure; vom Fette wurde eben ein grosser Theil nicht zersetzt, sondern angesetzt.

Ist dagegen in den Ausgaben weniger Kohlenstoff enthalten, als in dem zersetzten Eiweisse und dem eingeführten Stärkemehl und Fett, so ist Kohlenstoff im Körper zurückgehalten worden. Dieser Kohlenstoff wird von uns als im Fett vorkommend berechnet.

Wir wissen wohl, dass im Thierkörper ausser eiweissartigen Substanzen noch andere stickstoffhaltige Stoffe und Zersetzungsprodukte vorkommen, und dass ziemlich viele stickstofffreie Stoffe sich darin finden, z. B. Zucker, Glycogen, niedere Fettsäuren etc.; aber diese Stoffe sind constante Zersetzungsprodukte des Eiweisses, des Fettes und der Kohlehydrate und mit diesen schon in Rechnung gebracht. Ihre Menge im Körper kann allerdings, namentlich bei Aenderung in der Kost, Schwankungen unterliegen, es kann z. B. bei reichlicherer Fütterung mit Kohlehydraten Glycogen sich anhäufen, jedoch nur bis zu einer gewissen, ziemlich engen Grenze; wir haben desshalb, um den dadurch entstehenden Fehler zu vermeiden, beinahe immer mehrere Tage lang das gleiche Futter gegeben, ehe wir den entscheidenden Respirationsversuch anstellten.

Findet sich nun wirklich in den Ausgaben weniger Kohlenstoff vor und ist also Fett angesetzt worden, so darf man dieses Fett nicht gleich aus den Kohlehydraten ableiten. Es kann zunächst das Fett, welches mit der Stärke in geringer Menge (bei unseren Versuchen 4—22 Grm. betragend) gegeben worden ist, abgelagert werden; denn es ist sehr wenig plausibel, dass das Fett der Nahrung zerstört wird und sich gleichzeitig Fett aus dem Stärkemehl derselben erzeugt, da wir, wie gesagt, aus anderen Erfahrungen wissen, dass der Zucker leichter angegriffen und zerlegt wird als das Fett; so lange also noch das Fett der Nahrung zureicht, werden wir dieses für den Fettansatz in Anspruch nehmen

und das abgelagerte Fett nicht erst aus anderen Substanzen entstehen lassen.

Wird nun der Kohlenstoff noch nicht gedeckt, so würde man immer noch einen Fehler begehen, wollte man jetzt den Beweis für den Uebergang von Zucker in Fett geführt glauben; es bleibt nämlich immer noch eine Substanz übrig, aus welcher Fett entstehen kann, das ist das sich zersetzende Eiweiss. Wir haben früher 1) dargethan, dass bei Fütterung mit reinem Fleisch in bestimmten Fällen der Stickstoff desselben vollständig in den Exkreten erscheint, während der Kohlenstoff in nicht unbeträchtlicher Menge in der Form von Fett zurückbleibt; bei 2000—2500 Fleisch entsprach dies gegen 60 Fett oder 10—12 % des zersetzten trockenen (3 % des frischen) Fleisches. Bei dem Zerfalle des Eiweisses und der Abspaltung der stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte tritt als eines der ersten stickstofffreien Zerfallprodukte Fett auf; das halten wir durch unsere Versuche für erwiesen; es frägt sich für unseren Fall nur, wie viel Fett dabei entstehen kann. Der eine von uns (V.) hat mit Henneberg angenommen, 2) dass im Maximum aus 100 trockenem Eiweisse 51.4 Fett hervorgehen können oder aus 100 frischem Fleische 11.22 Fett, aus 100 trockenem Fleische mit 22 Eiweiss 47 Fett. Wenn nun die unter dem Einflusse des Zuckers abgelagerte Menge des Fettes die aus dem zugleich zersetzten Eiweisse entstandene nicht erreicht und in keinem Falle übertrifft, so wird es, wie schon früher S. 447 gesagt, höchst wahrscheinlich, dass das Fett nicht aus den Kohlehydraten hervorgegangen ist.

Dies ist nun bei unseren Versuchen durchgängig der Fall. Bei der Zersetzung von 100 frischem Fleisch können unserer Annahme nach möglicherweise 11 Fett hervorgehen. Wir erhielten nun bei unseren Versuchen als Fettansatz aus dem zerstörten Fleische:

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII S. 490.
2) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 116.

Fütterung			Fett aus Fleisch etc.	
Fleisch frisch	Stärke oder Zucker	Brod frisch		
400	211	–	6	
400	227 Z	—	6	
400	344	—	10	
500	167	—	9	
500	167	—	4	
500	167	—	8	8
500	167	—	4	
500	167	–	5	
500	167	—	5	
500	167	—	0	3
500	167	—	1	
500	182 Z	–	4	
500	182 Z	—	2	3
500	182 Z	—	3	
800	379	—	9	
1500	172	—		
1800	379	—	8	
(302)	(354)	800	1	
(340)	(398)	900	2	5
(340)	(398)	900	8	

Es wird also dabei niemals die Zahl 11% erreicht; nur in 2 Fällen, bei welchen das Extrem angestrebt worden war, bei Darreichung von 379 und 608 trockenem Stärkemehl musste die Zahl 11% bei der Berechnung angenommen werden.

Würde sich das abgelagerte Fett aus dem Kohlehydrate gebildet haben, so müsste die Menge desselben proportional der Menge des Kohlehydrates sein. Dies ist nun durchaus nicht der Fall, sondern es steht die angesetzte absolute Fettmenge in einer unverkennbaren Beziehung zu der Menge des zersetzten Fleisches.

Bei ausschliesslicher Fütterung mit Fett kann viel Fett abgelagert werden; wir sahen von 850 Fett 180 Grm. = 53% am Körper sich ansetzen. Bei ausschliesslicher Zufuhr der grössten Quantitäten von Stärkemehl wie 379 und 608 Grm. betrug der Fettansatz nur 22—24 Grm. Würde aus der Stärke das Fett hervorgehen, so würden darnach im Maximum aus 100 Stärke nur

4—6 Fett erzeugt werden und das Stärkemehl in dieser Beziehung mindestens 13mal weniger wirken als das Fett. Nach unserer Anschauung ist diese geringe Wirkung der grössten Stärkemenge für sich allein leicht verständlich, da dabei nur gegen 200 Fleisch der Zersetzung anheimgefallen sind. Sehr wichtig ist, dass, wenn einmal eine ansehnliche Quantität von Stärkemehl ohne Fleisch verabreicht worden ist, eine Steigerung derselben keine Steigerung im Fettansatze hervorruft, was doch der Fall sein müsste, wenn das Stärkemehl die Quelle des Fettes wäre; es ist dagegen dieses Verhalten einleuchtend, wenn das Fett aus dem Eiweisse abstammt, denn es ist beide Male gleich viel Eiweiss zersetzt worden. Wir erhielten nämlich:

trockene Stärke ein	Fleisch zersetzt	Fett aus Stärke oder Eiweiss an
379	211	24
608	193	22

Der innige Zusammenhang zwischen Fettbildung und Eiweissverbrauch tritt dadurch schlagend hervor. Die Steigerung der Kohlensäureausscheidung bis zu 799 Grm., durch Zufuhr von viel Stärke allein, spricht dagegen deutlich für die leichte Zersetzbarkeit des Zuckers im Thierkörper.

Bei der nämlichen Menge von Stärke wird nun viel mehr Kohlenstoff zurückbehalten, d. h. mehr Fett aufgespeichert, wenn zugleich mehr Eiweiss zerstört wird, so z. B. bei dem Versuche mit 1800 Fleisch und 379 Stärkemehl, wo der Fettansatz 112 Gmm. betrug; letzterer war also 5 mal grösser als bei Aufnahme der gleichen Stärkemenge ohne Fleisch, was nach den früheren Anschauungen gar nicht zu erklären ist, nach der unsrigen aber durch die 7 mal grössere Eiweisszersetzung leicht begreiflich ist. Als wir der gleichen Stärkequantität nur 800 Fleisch zusetzten, wurden nicht 112 Fett angesetzt wie vorher bei 1800 Fleisch, sondern nur 55 Gmm., d. h. es wurde trotz gleicher Stärkemenge bei 1800 Fleisch nochmal so viel Fett abgelagert, da die Eiweisszersetzung auch

doppelt so gross war. Nichts kann in der That für unsere Theorie beweisender sein als diese Versuche bei gleicher Stärkezufuhr, aber verschiedener Eiweisszersetzung, deren Resultate wir hier nochmals zusammenstellen:

trockene Stärke ein	Fleisch zersetzt	Fett aus Stärke oder Eiweiss an	Fettansatz aus Fl. berechnet
1) 379	211	24	—
2) (344)	(344)	(39)	39
3) 379	[illegible]	55	67
4) 379	[illegible]	112	182

Wenn das angesetzte Fett aus dem zersetzten Fleische abstammt, so kann man berechnen, wieviel Fett bei der verschiedenen Fleischzersetzung entstehen muss, wenn nach dem ersten Versuche aus 211 Fleisch 24 Fett abgelagert worden sind: die Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und dem betreffenden Versuche ist eine auffallende.

Jedermann muss dadurch zu der Schlussfolgerung gedrängt werden, dass das Fett nicht aus der Stärke, sondern aus dem Eiweisse hervorgegangen ist.

Es ist selbstverständlich, dass auch ein gewisser Zusammenhang zwischen der Grösse der Stärkezufuhr und der Fettablagerung bestehen muss, wenn auch das Fett nicht aus der Stärke hervorgeht. Da die Stärke das bei der Zersetzung des Eiweisses abgespaltene Fett vor dem weiteren Zerfalle schützt, so muss durch mehr Stärke bis zu einer gewissen Grenze absolut und prozentig mehr von diesem Fette erspart werden.

Bei Zufuhr von 400 Fleisch und 210 Stärke wird kein Fett angesetzt, ja sogar noch etwas Fett vom Körper abgegeben, da die Menge der Stärke zu gering ist; bei Vermehrung der Stärkezufuhr auf 344 Gmm. wurden 39 Fett abgelagert.

Bei 500 Fleisch und 167 Stärke wurden nur 8 Fett aus Eiweiss angesetzt, bei 1500 Fleisch und 172 Stärke 43 Gmm., da im letzteren Falle absolut mehr Fett zum Ersparen vorhanden war. Bei 1500 Fleisch und 172 Stärke fand ein Fettansatz von 43 Gmm. statt, bei 1800 Fleisch und 379 Stärke betrug trotz gleich grossem Ei-

weissumsatze der Fettansatz viel mehr, nämlich 112 Gmm., da durch das Plus der Stärke mehr von dem aus dem Eiweisse entstandenen Fette geschützt wurde. Bei 800 Fleisch und 379 Stärke war der Fettansatz nahezu der gleiche wie bei 1500 Fleisch und 172 Stärke, obwohl der Eiweissumsatz sehr verschieden war, da im ersten Falle zwar weniger Fett abgespalten wurde, aber von diesem wegen der bedeutenden Stärkezufuhr mehr erspart wurde.

Jede Eiweissmenge erfordert demnach eine bestimmte Menge von Kohlehydrat, um das aus dem Eiweisse entstandene Fett völlig zum Ansatze zu bringen. Darum sehen wir, dass bei den grösseren Stärkegaben von dem aus dem Eiweisse verfügbaren Fett, also prozentig, am meisten angesetzt wird, nämlich bei:

						Ansatz von Fett aus 100 Fleisch
mehr Stärke	400	Fleisch	und	344	Stärke	10%.
	800	„	„	379	„	9%.
	1800	„	„	379	„	8%.

Dagegen bei:

weniger Stärke	400	Fleisch	und	210	Stärke	0%.
	500	„	„	167	„	2%.
	1500	„	„	172	„	3%.

Die Menge des nach unserer Annahme aus 100 frischem Fleische abgespaltenen Fettes beträgt 11.22 Gmm. Diese Menge muss, wenn unsere Annahme richtig ist, auch wirklich abgelagert werden, wenn alles dieses Fett vor der weiteren Zerstörung durch die Kohlehydrate bewahrt wird, und dieser äusserste Fall muss eintreten bei den grössten Stärkegaben. In der That wird die Zahl 11% bei reichlichster Stärkezufuhr nahezu (8—10%) erreicht, was gewiss schlagend für unsere Theorie ist und sie sehr unterstützt.

Die Resultate unserer Versuche lassen sich also ganz einfach deuten unter der Annahme, dass die Kohlehydrate im Thierkörper stets ganz in Kohlensäure und Wasser übergehen, dass sie aber von dem aus dem Eiweisse abgetrennten Fette ersparen, und sich die Grösse der Ersparung richtet nach der Menge des aus dem Eiweisse entstandenen Fettes und der Menge des ersparenden Kohlehydrates. Unsere Versuchsresultate bleiben dagegen völlig unverständlich, wenn man aus den Kohlehydraten Fett hervorgehen lässt.

Wir haben beim Hunde, trotzdem wir das Aeusserste versuchten, in keinem einzigen Falle das Kohlehydrat zu der Fettbildung nöthig gehabt und wir glauben, dass beim Hunde unter keinen Umständen aus einem Kohlehydrat Fett abgelagert wird. Es ist dadurch natürlich nicht streng erwiesen, dass dies bei anderen Thieren auch so ist, aber es ist uns ausserordentlich wahrscheinlich. Wir haben schon gesagt, dass wenn einmal die Stoffe in die Säfte gelangt sind, im Prinzipe die Processe die gleichen sind. Bei mehreren unserer Versuche am Hunde war die Menge des in die Säfte aufgenommenen Kohlehydrates verhältnissmässig nicht geringer als bei einem sich mästenden Pflanzenfresser; es müsste dann doch auch beim Hunde aus der Stärke Fett hervorgegangen sein. Um den bei unseren Versuchen stattgehabten Fettansatz zu erklären, hätten einmal aus dem Stärkemehl 25% Fett (S. 478), ein ander Mal sogar 29 % Fett (S. 483) hervorgehen müssen, was im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. So viel ist jetzt schon sicher, dass auch beim Pflanzenfresser weitaus der grösste Theil des angesetzten Fettes aus dem Eiweisse und dem Fette der Nahrung herrührt; aus den Kohlehydraten könnte bei ihm höchstens in ganz extremen Fällen, die wir beim Hunde nicht erreichten, Fett entstehen, es ist uns dies aber sehr wenig wahrscheinlich. Der eine von uns (V.) wird bei anderen Gelegenheiten noch auf diese Dinge zurückkommen und er hofft zeigen zu können, dass die von ihm vertretene Anschauung allgemein gültig ist und die Kohlehydrate in anderen Organismen sich für die Fettbildung auch nur als Schutzmittel verhalten. Wollte Jemand an anderen Organismen, z. B. an Pflanzenfressern, den Uebergang von Kohlehydrat in Fett beweisen, so müsste er nach den hier entwickelten Prinzipien verfahren; Versuche, welche zu einer Zeit angestellt worden sind, wo man von den neu constatirten Thatsachen keine Ahnung hatte, und auch die grossen Schwierigkeiten noch nicht kannte, die mit Versuchen der Art verbunden sind, können nicht mehr als stimmfähig angesehen werden; man erinnere sich hier nur an das Stickstoffdeficit von 30—60%, welches die anerkanntesten Forscher erhielten.

Von gegnerischer Seite wird häufig gesagt, dass die alte Lehre von der Fettbildung aus Kohlehydraten nach wie vor fest stehe

und bis jetzt gegen sie keine Beweise vorgebracht worden seien. Dies ist geradezu eine Entstellung der Sachlage. Wenn wir vorläufig auf unsere Versuche nicht das mindeste Gewicht legen wollten, sondern nur sagten, es sei früher auf das Eiweiss als Material für die Fettbildung keine Rücksicht genommen worden, und darauf hin behaupteten, es ginge aus dem Eiweisse das Fett hervor, so stände ein Erklärungsversuch gleichberechtigt dem anderen gegenüber. Die alte Lehre braucht darum nicht von uns widerlegt zu werden, um sie zu erschüttern, da sie nichts ist als eine Hypothese; es thäte vielmehr noth, dass endlich einmal Jemand für den Uebergang der Kohlehydrate in Fett im Thierorganismus auch nur den Schatten eines Beweises beibringen würde; es liegt nichts vor, als dass bei Fütterung mit Kohlehydraten und anderen Stoffen ein Thier Fett ansetzen kann, und da man kein anderes Material für die Fettbildung zu haben glaubte, so kam man durch Exklusion auf die Vorstellung, es müsste das Fett aus den Kohlehydraten sich herausbilden. An das Eiweiss und das Fett als Material für die Fettbildung der pflanzenfressenden Thiere, welche für die Gewinnung von Fett gemästet werden, dachte man nicht, da man damals die prozentige Zusammensetzung der Nahrung vorzüglich ins Auge fasste und dabei ersah, dass darin prozentig häufig nur wenig Eiweiss und Fett vorhanden war; so kam man zu der Vorstellung, dass der Pflanzenfresser viel weniger Eiweiss aufnehme als der Fleischfresser; hätte man zugesehen, wieviel ein solcher Pflanzenfresser, z. B. ein Rind, absolut im Tage Eiweiss aufnimmt, so wären die Anschauungen wohl andere geworden; der eine von uns (V.) hat gezeigt[1]), dass eine Kuh verhältnissmässig nicht weniger Eiweiss verbraucht als der fleischfressende Hund bei einer aus Fleisch und Fett gemischten Nahrung.

Nun haben wir uns bestrebt, für unsere Lehre Beweise beizubringen; wir haben früher dargethan, dass bei Fütterung mit Fleisch, obgleich es nur Spuren von Fett und Kohlehydraten enthielt, ansehnliche Mengen von Kohlenstoff im Körper als Fett zurückbleiben können und jetzt, dass aus der Stärke beim Hund kein Fett entsteht; der

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 163.

eine von uns (V.) hat dann gezeigt, dass die früheren Fütterungs-resultate sämmtlich bis auf einzelne Ausnahmen, bei denen gerechter Zweifel über die Richtigkeit der sehr schwer auszuführenden Versuche bestehen, nach unserer Weise erklärt werden können. Es stehen uns auch die Erfahrungen der Landwirthe zur Seite, dass nur bei Gegenwart einer reichlichen Menge von Eiweiss Fett in grösserer Quantität zum Ansatze gelangt; diese Erfahrung lässt sich jetzt auch nicht mehr so deuten, dass man sagt, zum Ansatze von Fett müssen auch die stickstoffhaltigen Organe entwickelt und namentlich die eiweisshaltigen Hüllen der Fettzellen vorhanden sein, da wir aus unseren Versuchen wissen, dass bei Fütterung mit Fett allein viel Fett zur Ablagerung kommen kann, aber niemals bei Fütterung mit Kohlehydraten. Wie gesagt, wir werden es auch weiterhin nicht an Experimenten fehlen lassen; nur wünschen wir solche auch von gegnerischer Seite und nicht nur immer den alten Autoritätsglauben und die Anforderungen an uns.

Wer die Processe im thierischen Organismus nicht kennt, für den könnte es nahe liegen, anzunehmen, dass die Fettbildung aus Eiweiss nur dann angenommen werden dürfe, wenn man ausserhalb des Organismus einmal Fett aus Eiweiss dargestellt habe; consequenter Weise müsste dann aber auch aus Zucker zuerst Fett hergestellt worden sein. Wer aber die Bedingungen im Thiere seinen Anschauungen zu Grunde legt, dem kann nicht entgehen, dass dieselben häufig andere sind, als sie bis jetzt ausserhalb des Organismus zur Verfügung stehen oder gekannt sind. Es ist noch nicht gelungen, aus Eiweiss Harnstoff herzustellen, obwohl dieser Prozess fortwährend in grosser Ausdehnung im Thierkörper stattfindet. Hier können nur Versuche am Thierkörper entscheiden, zu deren richtiger Würdigung eine genaue Kenntniss der thierischen Organisation gehört. Es ist geradezu ein Hemmschuh für die Ausbildung der Physiologie der Ernährung, dass Manche immer noch aburtheilen wollen über Vorgänge im Thierkörper, obwohl sie die Organe und Prozesse darin nicht aus eigener Anschauung und Beobachtung kennen; sie legen an diese Erscheinungen nicht den richtigen Maassstab und bedenken nicht, dass durch die unendlich complicirten Strukturverhältnisse des Thieres Bedingungen mitwirken, welche

auf die Prozesse in ihm von bestimmendem Einflusse sind. Daher rühren grösstentheils die vielen falschen Auffassungen, welche gemacht worden sind und leider jetzt noch gemacht werden.

Die Vorgänge bei der Fütterung mit Kohlehydraten mit und ohne Eiweiss lassen sich jetzt sehr einfach übersehen.

Beim Hunger verliert der Körper bekanntlich von seinem Fleisch und Fett. Reicht man ausschliesslich Kohlehydrate, so wird etwas weniger Eiweiss zersetzt, aber der Eiweissverbrauch nie ganz aufgehoben; die Abgabe von Fett wird jedoch allmählich geringer, bis zuletzt bei einer gewissen Menge des Kohlehydrates kein Fett mehr vom Körper abgegeben wird. So weit wirkt auch das aus dem Darme aufgenommene Fett analog den Kohlehydraten; aber im Nachfolgenden unterscheidet es sich von diesen wesentlich. Während nämlich bei weiterer Vermehrung der Fettzufuhr Fett daraus zum Ansatze gelangt, so findet dies bei den Kohlehydraten nicht statt, diese werden vielmehr ganz zerstört und schützen nur das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett vor der weiteren Zersetzung.

Die gleichen Vorgänge finden statt, wenn man Eiweiss zum Kohlehydrat zugiebt, es wird dabei ebenfalls die Fettabgabe vom Körper vermindert und zuletzt aufgehoben und ebenfalls stets etwas weniger Eiweiss zersetzt, als wenn kein Kohlehydrat zugleich aufgenommen worden wäre, aber auch allmählich weniger Eiweiss vom Körper abgegeben. Durch diese Eiweiss ersparende Wirkung der Kohlehydrate bringen sie wie die Fette einen grossen Erfolg hervor. Giebt man ausschliesslich Fleisch, so kann wie durch Fleisch und Kohlehydrate der Fleisch- und Fettverlust vom Körper verhütet werden; man muss aber, weil in diesem Falle das Eiweiss der Nahrung grösstentheils unter die Bedingungen der Zersetzung geräth, d. h. dem cirkulirenden Eiweisse sich zugesellt, sehr viel Eiweiss reichen; es wird dann auch kein Fett mehr vom Körper abgegeben, sobald aus dem Fleische genügend Fett abgespalten worden ist; es wird sogar Fett aus Fleisch angesetzt, wenn mehr Fett aus der Eiweisszersetzung entstanden ist, als den Bedingungen der Zersetzung anheimfällt. Setzt man aber Kohle-

hydrate zu Fleisch zu.[1] so erhält eine viel geringere Fleischmenge den Fleischbestand des Körpers, wenn nämlich die zugefügten Kohlehydrate ebensoviel Eiweiss ersparen, als bei Fütterung mit derselben Quantität Fleisch allein noch Eiweiss vom Körper zu Verlust gegangen ist: die Kohlehydrate heben zugleich die Fettabgabe vom Körper auf.

Man kann leicht die geringste Eiweiss- und Kohlehydratmenge finden, bei der der Körper eben kein Eiweiss und kein Fett mehr einbüsst. Steigert man bei dieser geringsten Eiweisszufuhr die des Kohlehydrates, so wird Fett angesetzt, aber nie mehr, als aus dem zersetzten Eiweisse hervorgehen kann. Vermehrt man dagegen bei der geringsten Kohlehydratmenge die Eiweissquantität, so wird mehr Eiweiss zersetzt, aber auch Eiweiss und etwas Fett daraus am Körper angesetzt. Lässt man bei reichlicher Eiweisszufuhr viel Kohlehydrat dem Körper zukommen, so wächst die Ablagerung des Eiweisses, besonders aber die des Fettes, jedoch wird auch hier nie mehr Fett, als aus dem Eiweisse entstehen kann, aufgespeichert.

Es frägt sich also, was man mit einer Fütterung bezweckt. Will man den Körper eben auf einem gewissen stofflichen Zustande erhalten, so geschieht dies durch die geringste Eiweiss- und Kohlehydratmenge. Diese Menge muss natürlich grösser sein, wenn dadurch eine grössere Masse erhalten werden soll. Aber auch die Mischung des Eiweisses und des Kohlehydrates muss je nach dem gegebenen Körperzustande verschieden sein; bei unserem Hunde wurde das Stoffgleichgewicht etwa durch 550 Fleisch (= 121 Eiweiss) und 160 trockene Stärke erhalten. Ist der Körper reich an Eiweiss und zwar an cirkulirendem oder sich zersetzendem Eiweiss, so muss mehr Eiweiss zugefügt werden; ist er reich an Fett, so braucht man weniger Eiweiss. Wir haben früher erörtert, unter welchen Umständen mehr oder weniger Fett zerstört wird; nach denselben Momenten richtet sich auch der Verbrauch der Kohlehydrate.

Will man dagegen einen Ansatz von Eiweiss und Fett bewirken, so muss man anders verfahren.

1) Siehe hierüber diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 440.

Wünscht man an einem Organismus eine gute Entwickelung der Organe und Säfte, um ihn geschickt zu allen möglichen Leistungen zu machen ohne Mästung, dann giebt man reichliche Quantitäten von Eiweiss neben mässigen Kohlehydratgaben, denn es soll hier durch die Kohlehydrate ein Ansatz von Eiweiss bewirkt und die Abgabe von Fett vom Körper verhindert werden, aber kein stärkerer Ansatz des letzteren stattfinden. Giebt man keine stickstofffreien Stoffe oder verhältnissmässig zu wenig, so hört in Kurzem der Ansatz von Eiweiss auf, da in diesem Falle das Eiweiss der Nahrung durch den völligen Uebergang in cirkulirendes Eiweiss bald ganz zersetzt wird; ohne die stickstofffreien Stoffe findet nie ein grösserer und dauernder Ansatz von Eiweiss (als Organeiweiss) statt. Bei einem reichlicheren Zusatz von Kohlehydraten tritt die Anhäufung von Fett zugleich mit der Ablagerung von Organeiweiss ein, das Thier mästet sich.

Zu der Mästung ist also ebenfalls ein bestimmtes Verhältniss der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffe, das sich nach der am Körper schon vorhandenen Eiweiss- und Fettmenge richtet, strenge einzuhalten. Nur durch die stickstofffreien Stoffe und ein bestimmtes Verhältniss derselben zum Eiweisse findet ein längerer und reichlicher Ansatz von Eiweiss und Fett statt; nicht die absolute Menge von Eiweiss oder Stärke ist dafür bestimmend, sondern die richtige relative. Denn giebt man verhältnissmässig zu wenig von dem Kohlehydrat, so wird nicht so viel als möglich Eiweiss vor dem Zerfall beschützt und nicht alles aus dem Eiweisse abgespaltene Fett abgelagert; giebt man zu viel Kohlehydrate, so wird von diesem unnöthig, ohne stoffliche Dienste geleistet zu haben, zersetzt, ja es kann der Organismus darunter leiden, weil er nur schwer für die Dauer so viel Material bewältigen wird.

Giebt man absolut zu wenig Eiweiss zu den Kohlehydraten, so ist zu wenig Stoff für den Eiweiss- und Fettansatz vorhanden; giebt man absolut zu viel, so wird das Thier nicht genügend Kohlehydrate verdauen und resorbiren können, um das Maximum von Eiweiss anzusetzen und das aus dem zersetzten Eiweisse entstandene Fett zu ersparen. Die Maximal-Menge von Eiweiss und Kohlehydrat richtet sich daher nach der Leistungsfähigkeit des

Thieres in der Verdauung und der Aufnahme der Nahrungsstoffe. Ein Thier, welches darin mehr leistet, wird unter sonst gleichen Umständen mehr an Masse zunehmen. Man wird am raschesten und wohlfeisten zum Ziele kommen, wenn man den geeigneten Thieren für die eigentliche Mästung die Maximalgaben im richtigen Verhältniss von Eiweiss und Kohlehydraten darreicht.

Bei unserem Hunde[1]) waren 1800 Fleisch und 379 Stärke am günstigsten für den Fleisch- und Fettansatz; bei 800 Fleisch und 379 Stärke wurde nur halb soviel Fleisch und Fett angesetzt, weil dabei verhältnissmässig zu viel Stärke vorhanden war. Bei 1500 Fleisch und 172 Stärke wurde sehr wenig Fleisch und zur Fleischmenge verhältnissmässig wenig Fett angesetzt, es war die Menge der Stärke zu gering, was eine Verschwendung von Eiweiss und Fett bedingte. Bei 500 Fleisch und 167 Stärke war die Stärkemenge zu klein; bei 400 Fleisch und 344 Stärke war die Fleischmenge zu klein, um einen grösseren Ansatz von Fett zu erzielen; bei 400 Fleisch und 211 Stärke war die Fleisch- und Stärkemenge zu gering.

Ist einmal der Organismus während der Mast fetter geworden, so kann man, ohne einen Uebergang des Eiweisses in Cirkulationseiweiss befürchten zu müssen, verhältnissmässig und absolut mehr Eiweiss darreichen und so den Absatz von Organeiweiss immer mehr befördern.

Es ist die Aufgabe Anderer, für die verschiedenen Thiere, die man zur Mästung benutzt, und für die verschiedenen Stadien der Mästung die richtige Menge von Eiweiss und Kohlehydrat und ihr Verhältniss ausfindig zu machen. Uns kommt es nur darauf an, das Prinzip anzugeben, nach dem der Ansatz erfolgt.

Die Kohlehydrate unterscheiden sich nach dem Gesagten in ihrer Wirkung auf die stofflichen Vorgänge im Thierkörper ganz bestimmt von den Fetten, sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht. Wie das Fett vermindern die Kohlehydrate in etwas die Eiweisszersetzung und hemmen die Abgabe von Fett. Während aber bei grösserer Zufuhr ein ansehnlicher Theil von dem Fette der

1) Vergleiche die Tabelle S. 505 dieser Abhandlung.

Nahrung abgelagert wird, wird das Kohlehydrat stets völlig oxydirt, letzteres schützt nur das aus dem gleichzeitig zersetzten Eiweisse entstandene Fett vor dem weiteren Zerfalle. Die Quantitäten, in welchen die Kohlehydrate und Fette ihre Wirkung ausüben, sind ebenfalls andere, als man sie sich früher vorgestellt hat. Der eine von uns (V.) hat früher[1]) dargethan, dass die gleichen Mengen von Kohlehydrat in Beziehung der Eiweissersparung mehr wirken als Fett, und dass bei steigenden Mengen bei den Kohlehydraten die Ersparung stetig wächst, bei dem Fette aber bei gleichzeitigen geringen Gaben von Fleisch eine Zunahme des Eiweissumsatzes erfolgt, bei mittleren Fleischgaben ein Gleichbleiben derselben, bei grösseren eine Herabsetzung.

Vor Allem wichtig ist aber die Frage, wie sich in der Verhütung der Fettabgabe vom Körper und des Fettansatzes die beiden stickstofffreien Substanzen zu einander verhalten. Man hatte hierüber von chemischer Seite sich ganz eigenthümliche Ansichten gebildet, nach denen noch heute bei der Fütterung verfahren wird.

Man dachte sich bekanntlich, wie in der Einleitung zu dieser Abhandlung schon bemerkt wurde, der Sauerstoff wäre die nächste Ursache der Zerstörung der Substanzen im Thierkörper; man liess daher diese so lange, je nach ihrer Verwandtschaft, angegriffen werden, bis aller in den Körper in einer gewissen Zeit aufgenommene Sauerstoff in Beschlag genommen war. Daraus entsprangen nun alle möglichen falschen Vorstellungen über die Stoffzersetzung im Körper. Letztere musste sich nach der Grösse der Sauerstoffaufnahme und der vermeintlichen Verwandtschaft der verschiedenen Stoffe zum Sauerstoff richten. Wovon sollte aber bei einem bestimmten Organismus die Sauerstoffaufnahme abhängen? Man antwortete: von der Zahl und Tiefe der Athembewegungen, durch welche der Sauerstoff in das Blut gepumpt wird. Der Rhythmus der Athemzüge sollte je nach dem Alter, der Individualität, der Intensität der Bewegung, der Temperatur und Dichtigkeit der Luft verschieden sein, also auch entsprechend die Sauerstoffaufnahme und secundär die Stoffzersetzung. Den auf diese Weise in das Blut

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 447.

gebrachten Sauerstoff liess man nun sein Zerstörungswerk beginnen; derselbe trifft im Körper auf verschiedene Substanzen, welche nicht gleichmässig ergriffen werden, sondern je nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff. Den Maassstab für die Verwandtschaft gaben die Erfahrungen ausserhalb des Thierkörpers ab. Es handelte sich vorzüglich um die stickstoffhaltigen eiweissartigen Stoffe und die stickstofffreien Fette und Kohlehydrate. Ausserhalb des Thierkörpers brennen nun die letzteren leicht, die ersteren sehr schwer. Also sagte man, die stickstofffreien Stoffe werden im Körper rasch durch den Sauerstoff zerstört, sie sind die Respirationsmittel, die den verderblichen Sauerstoff wegnehmen; ist zuletzt kein Sauerstoff mehr da, aber doch mehr Fett oder Kohlehydrat aus dem Darm eingetreten, so wird der Ueberschuss als Fett angesetzt. Die stickstoffhaltigen eiweissartigen Stoffe bieten dem Sauerstoff aber grossen Widerstand, sie verbrennen nicht und dürfen es auch nicht, wenn der Körper nicht grossen Gefahren ausgesetzt sein sollte; denn sie bauen die Gewebe auf und sind die plastischen Nahrungsmittel. Die Ursache ihrer Zerstörung ist die Arbeit des Thieres.

Auf diese Weise wurde von einer falschen Grundlage ausgehend eine Hypothese auf die andere gethürmt, kein einziger Versuch aber am Thiere gemacht, um zu sehen, ob denn dies auch wirklich so sei; Alles schien vielmehr so einfach und klar zu sein und wurde mit solcher Ueberzeugung vorgetragen, dass nach Beweisen gar nicht gesucht wurde; es war eine feststehende Lehre geworden, für die man nicht mehr nach Beweisen zu fragen brauchte.

Aber jeder in dieser Richtung am Thiere angestellte Versuch zeigt die Unhaltbarkeit der Vorstellung, dass der Sauerstoff nach den oben genannten Bedingungen ins Blut tritt und dann im Körper so lange unter den stickstofffreien Stoffen auswählt, bis er verschwunden ist. Damit sind aber auch alle auf diese Idee aufgebauten Schlussfolgerungen nicht mehr zu halten.

Aus unseren Versuchen geht hervor, dass die Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen sehr verschieden ist, und dass die Stoffe im Thierkörper nicht nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff zerstört werden und eine gewisse Menge von Sauer-

stoff in Beschlag nehmen müssen. Der eine von uns (V.) hat schon mehrmals auseinandergesetzt[1]), dass unter den Bedingungen im Thierkörper die Stoffe allmählich in immer einfachere Verbindungen zerfallen, was in erster Linie auch ohne den Sauerstoff geschieht; die Zerfallprodukte nehmen nun allmählich bei der Gegenwart von Sauerstoff von diesem auf, bis zuletzt die an Sauerstoff reichsten Ausscheidungsprodukte entstanden sind. Der Sauerstoff ist also nicht der primäre Zerstörer, oder die nächste Ursache des Zerfalles, sondern die Bedingungen des Zerfalles finden sich anderweit im Körper; ebenso wie der im Luftstrome über Holz geleitete Sauerstoff das Holz ganz intakt lässt, welches vielmehr durch die Anzündungstemperatur in einfachere Produkte zerfällt, die dann bei der Gegenwart von Sauerstoff immer mehr und mehr davon in sich aufnehmen. Wird nun auf diese Weise Sauerstoff aus dem Blute weggenommen, so tritt neuer dafür von Aussen ein; wenn in den Organen kein Sauerstoff verschwindet, so wird durch die ausgiebigste Athembewegung oder durch die grösste Dichtigkeit und Kälte der Luft nicht mehr davon in das Blut gebracht werden. Der Eintritt des Sauerstoffs in das Blut und der Rhythmus der Athembewegungen richtet sich nach der Beschlagnahme des Sauerstoffs der Gewebe und des Blutes durch die darin zerfallenden Stoffe. Bei körperlicher Bewegung z. B. wird in den Organen mehr zersetzt und auf diese Weise kommen durch die reichlichere Kohlensäurebildung und die Sauerstoffwegnahme sekundär die intensiveren Athembewegungen zu Stande. Bei einem Wechsel in der Kost war unser Hund meist unruhig, er bellte viel etc., und daher kam es, dass an dem ersten Tage einer neuen Fütterungsreihe häufig ansehnlich mehr Kohlensäure ausgeathmet und Sauerstoff aufgenommen wurde. Dies war z. B. der Fall am 8. Mai 1862, wo am ersten Tage der Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Zucker 538 Kohlensäure ausgeschieden wurde, an den folgenden Tagen nur etwas über 400 Grm.; ferner am 16. Februar 1863, wo am ersten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch 596 Kohlensäure austraten, später

1) Diese Zeitscheift 1870. Bd. VI S. 388. 1871. Bd. VII S. 197 u. S. 494. 1872. Bd. VIII S. 387. 1873. Bd. IX S. 31.

im Maximum 555 Grm.; dann am 8. Juli 1863, wo am ersten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärke 867 Kohlensäure abgegeben wurden, während vier Tage darauf bei der gleichen Kost nur 679 Grm. sich fanden. Die Aufnahme neuen Sauerstoffes bedingt nicht die Zerstörung, sondern die Wegnahme von Sauerstoff bei der Zerstörung macht es möglich, dass neuer Sauerstoff aufgenommen werden kann.

Wir müssen also die Bedingungen des Zerfalles der Stoffe im Thierkörper aufsuchen, die Sauerstoffaufnahme ist eine ganz sekundäre. Nur das Maximum des aufnehmbaren Sauerstoffs wird bedingt durch die Quantität des Blutes, dessen Hämaglobingehalt, den Rhythmus der Athemzüge, die Zahl der Herzschläge, den Bruchtheil des Blutes, der vom gesammten Blute durch die Lunge geht etc.

Die nächsten Ursachen für die Zersetzung finden sich nach unserer öfter ausgesprochenen Ansicht in den Geweben und organisirten Theilen während der Durchwanderung der mit den verschiedenen Stoffen beladenen Ernährungsflüssigkeit; was an den Zellen sich findet, wodurch der Zerfall eingeleitet wird, ist uns noch ganz unbekannt; ob die Oberflächenvergrösserung, die Osmose, die Capillaraufsaugung, ob Fermente in ihnen wirken, das zu untersuchen ist die wichtige Aufgabe weiterer Forschungen. Statt des die chemischen Verbindungen im Körper einfach nach Verwandtschafts-Verhältnissen oxydirenden Sauerstoffs sind die in den Zellen und Geweben gegebenen Bedingungen für den Zerfall eingetreten.

Es ergibt sich aus den Versuchen, dass im Thierkörper stets Eiweiss zerfällt; soviel auch von demselben in dem Säftestrome neu dargeboten wird, soviel kann mit Leichtigkeit zerlegt werden. Die Bedingungen der Eiweisszersetzung werden durch die Gegenwart von Fett oder Kohlehydraten in etwas beeinflusst, in so ferne dabei etwas weniger Eiweiss zersetzt wird, aber sie werden dadurch nicht aufgehoben. Der Sauerstoff ist nicht die Ursache der Zerlegung von Eiweiss und die stickstofffreien Stoffe schützen das Eiweiss nicht durch Wegnahme des Sauerstoffs. Im Körper zerfällt nichts leichter in die nächsten Produkte als das Eiweiss.

Neben dem Eiweisse zerfallen im Thiere immer stickstofffreie Stoffe, Fette oder Kohlehydrate, jedoch unter verschiedenen Um-

ständen in verschiedener Menge, z. B. in grösserer bei Bewegung, bei reichlicher Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten. Um den Umsatz dieser Stoffe und ihren Ersatz zu verstehen, muss man sich daran erinnern, dass eines der ersten Spaltungsprodukte des Eiweisses Fett ist, und festhalten, dass nach dem Eiweisse die Kohlehydrate am leichtesten zerstört werden und kein Stoff im Körper schwerer zerfällt als das Fett.

Beim Hunger wird neben dem Eiweisse immer noch von dem im Körper abgelagerten Fette zerlegt; beträgt nun das bei Fleischaufnahme aus dem Eiweisse abgespaltene Fett so viel als dabei Fett den Bedingungen des Zerfalls unterliegt, so wird natürlich kein Fett mehr vom Körper weggenommen und der Organismus kann mit Eiweiss, Wasser und Aschebestandtheilen allein ernährt werden; ja es wird, wenn mehr Fett aus dem Eiweisse entsteht, Fett angesetzt.

Sowie bei reichlicher Fütterung mit Fett die Bedingungen des Fettzerfalles sich ändern, indem dabei mehr Fett zersetzt wird, so auch bei reichlicher Erzeugung von Fett aus Eiweiss bei grossen Fleischgaben, wo bis zu 223 Fett aus Fleisch im Tage zerlegt wird. Das Fett oder die Kohlehydrate der Nahrung vermögen ebenfalls die Fettabgabe vom Körper zu verhindern, aber sie thun dies nicht durch Wegnahme des Sauerstoffs, sondern weil nach ihrer Zerlegung kein weiteres Fett mehr zerfallen kann.

Würden die Bedingungen für die Fett- oder Kohlehydratzersetzung die gleichen bleiben, so wäre man nach dem Gesagten leicht im Stande, wenn man für eine bestimmte Ernährungsweise die Grösse der Fettzersetzung kennt, zu berechnen, wie viel Fett bei einer anderen Art der Ernährung zerlegt oder abgelagert wird; man müsste zu dem Zwecke für beide Male wissen, erstens wieviel Fett aus dem Darme resorbirt wurde, dann wieviel Eiweiss zur Zersetzung kam und wieviel dabei sich Fett bildete, und endlich wieviel Kohlehydrate aufgenommen worden sind und welcher Menge Fett diese aequivalent sind. Aber es ändert sich die Grösse der Fett- oder Kohlehydratzersetzung, selbst wenn man auch direkt sich folgende Versuchsreihen zum Vergleiche nimmt; sie wächst bei stärkerer Körperbewegung, reichlichem Eiweisszerfalle, bei Aufnahme von viel Fett oder Kohlehydraten. Es wird daher, wenn nach einer Reihe bei Füt-

terung mit wenig Fleisch eine solche bei Fütterung mit viel mehr Fleisch folgt, wegen der sehr geänderten Bedingungen für die Fettzersetzung nur eine geringe Uebereinstimmung zwischen der nach obigen Daten berechneten und gefundenen Fettzerstörung sich finden; während im umgekehrten Falle, wenn zuvor die grössere Menge Fleisch gereicht worden ist, wegen des dadurch angesammelten Cirkulationseiweisses die Bedingungen für einen grösseren Fettzerfall noch anwähren, so dass die gerechneten und gefundenen Werthe besser übereinstimmen müssen. In der That ist in den Fällen, wo nach unseren jetzigen Kenntnissen die Umstände für den Fettzerfall sich nicht wesentlich ändern, die Uebereinstimmung trotz der verschiedensten Ernährungsweise eine so auffallende, dass uns dies eine weitere Gewähr für die Richtigkeit unserer Annahmen über die Quantität des aus dem Eiweisse hervorgehenden Fettes und des Fettäquivalentes der Stärke giebt. In den folgenden Beispielen berechnen wir unter der Annahme, dass aus dem Fleische 11.22 % Fett entstehen, und dass 175 Stärkemehl die gleichen Dienste thun wie 100 Fett, für zwei sich folgende Reihen bei verschiedener Ernährungsweise die Menge des gebotenen Fettes oder Fettäquivalentes, und erhalten dann nach Berücksichtigung des am Körper angesetzten oder davon abgegebenen Fettes die Grösse der Fettzersetzung, welche in beiden Fällen die gleiche Grösse geben muss, wenn sich die Bedingungen der Fettzersetzung nicht geändert haben und die Voraussetzungen für unsere Berechnung die richtigen sind. Wir erhalten so:

1) S. 448:

Nahrung	vorher 400 Fl. 210 St.	nachher 400 Fl. 344 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	19	46
Fettäquivalent der Stärke .	120	197
Fett der Nahrung . . .	10	6
Summe des Fettes . . .	179	249
Effekt am Körper	— 18	+ 45
Fettzersetzung	197	204

Die Uebereinstimmung ist trotz der so sehr verschiedenen Stärkemenge eine auffallende, die Differenz beträgt nur 7 Grm. = .3 %.

2) S. 469:

Nahrung	vorher { 1500 Fl. 0 St.	nachher { 500 Fl. 167 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	168	64
Fettäquivalent der Stärke .	0	95
Fett der Nahrung	0	5
Summe des Fettes . . .	168	164
Fett am Körper	+ 28	+ 25
Fettzersetzung	140	139

Die Differenz beträgt nur 1 Grm.; die Reihe mit der geringeren Fleischmenge folgt auf die mit der grösseren.

3) S. 478:

Nahrung	vorher { 1500 Fl. 0 St.	nachher { 1500 Fl. 172 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	185	165
Fettäquivalent der Stärke .	0	98
Fett der Nahrung . . .	0	4
Summe des Fettes. . . .	185	267
Fett am Körper	+ 9	+ 47
Fettzersetzung	176	220

Die Differenz beträgt hier 44 Grm. = 25 %; es wird in der zweiten Reihe mehr Fett zersetzt, als nach der ersten vorausgesetzt werden kann; d. h. es hätte in der zweiten Reihe unter dem Einflusse der Stärke mehr Fett angesetzt werden müssen. Wir sind nicht im Stande, einen Grund dafür zu finden; nur ist es bemerkenswerth, dass schon in der ersten Reihe mit 1500 Fleisch der Körper nicht in's Stickstoffgleichgewicht kam, sondern immer ansehnlich Eiweiss von sich noch abgab.

4) S. 479:

Nahrung	vorher { 1500 Fl. 172 St.	nachher { 400 Fl. 344 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	165	46
Fettäquivalent der Stärke .	98	196
Fett der Nahrung . . .	4	6
Summe des Fettes . . .	267	248
Fett am Körper	+ 47	+ 45
Fettzersetzung	220	208

Es ist nur eine Differenz von 17 Grm. = 8% vorhanden; die grössere Fleischmenge trifft auf die vorausgehende Reihe, wobei also die Bedingungen für den Fettzerfall etwas günstiger sind.

5) S. 483:

Nahrung	vorher { 800 Fl. 379 St.	nachher { 1800 Fl. 379 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	68	165
Fettäquivalent der Stärke .	216	216
Fett der Nahrung . . .	14	10
Summe des Fettes . . .	298	391
Fett am Körper	+ 69	+ 122
Fettzersetzung	229	279

Da in der zweiten Reihe viel mehr Fleisch zersetzt und Fett gebildet wurde, so waren dabei die Bedingungen für die Fettzersetzung günstiger; es wurde darum dabei mehr Fett zersetzt als nach der ersten Reihe berechnet wurde. Die Differenz beträgt 50 Grm. = 21%.

6) S. 484:

Nahrung	vorher { 1800 Fl. 379 St.	nachher { 2500 Fl. 0 St.
Fett aus Eiweisszerfall . .	165	280
Fettäquivalent der Stärke .	216	0
Fett der Nahrung	10	0
Summe des Fettes . . .	391	280
Fett am Körper	+ 122	+ 57
Fettzersetzung	269	223

In der ersten Reihe wurden 46 Fett = 21 % mehr zersetzt. Dies rührt offenbar von der sehr grossen Menge der gefütterten Stärke her, unter deren Einfluss die Bedingungen für die Fettzersetzung sich günstiger gestalten.

Hier lässt sich nun die Unhaltbarkeit der früheren Vorstellungen über die Ursachen der Stoffzersetzung im Thierkörper so recht deutlich erkennen. Wirken die stickstofffreien Stoffe als Beschlagnehmer des Sauerstoffs, so müssen sie sich in den Mengen ersetzen, in denen sie Sauerstoff brauchen, um die Endprodukte, Kohlensäure und Wasser, zu bilden. Darnach würden 100 Fett dieselbe Sauerstoffmenge in Beschlag nehmen wie 240 Stärkemehl oder 100 Fett in seinen Wirkungen gleich sein 240 Stärke. Allgemein hat man dies auch angenommen und die Fütterungsnormen darnach eingerichtet. Dies ist nun vollkommen falsch, denn es kommt darauf an, wie die Bedingungen im Thierkörper für den Zerfall des Fettes und der Kohlehydrate sich gestalten, und darnach richtet sich dann sekundär der Sauerstoffverbrauch; es wäre ja möglich, dass im Thierkörper unter sonst gleichen Umständen sogar mehr von dem Fette zerfällt als von dem Kohlehydrate. Unsere Versuche haben nun auch dargethan, dass, wenn 100 Gewichtstheile Fett zerstört werden, nicht bei Gegenwart von Kohlehydraten 240 Gewichtstheile davon sich zersetzen, sondern im Mittel nur 175 Gewichtstheile[1]), d. h. 175 Theile Stärke sind 100 Theilen Fett in Beziehung ihrer stofflichen Wirkungen am Körper aequivalent. Dies ist ein Resultat, welches für die Landwirthschaft von wesentlicher Bedeutung ist.

Darum ist auch die Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Umständen nicht die nämliche bei der Fütterung mit Fett oder

1) Es war in 3 Versuchen möglich, dies zu prüfen. Beim ersten Versuche S. 441 erhielten wir für 100 Fett 148 Stärke, aber wir waren dabei genöthigt, einige Schätzungen zu machen. Sicherer sind die Resulate der beiden anderen Versuche, wo einmal S. 448 100 Fett 172 Stärke, das andere Mal S. 469 100 Fett 179 Stärke ersetzten; das Mittel aus diesen beiden Versuchen ist 175, das wir für das der Wahrheit am nächsten kommende halten. Das Mittel aus allen 3 Versuchen ist 166.

Kohlehydraten, und die Kohlensäureabgabe verhält sich dabei nicht wie 100 : 140, wie man nach der früheren Lehre voraussetzen musste. In den S. 441 angegebenen Versuchen wurde bei Stärkezusatz viel weniger Sauerstoff aufgenommen und auch etwas weniger Kohlensäure (100 : 92) ausgeathmet, obwohl der Effekt am Körper durch die beiden stickstofffreien Nahrungsstoffe nahezu der gleiche war. In den Versuchen S. 448, wo das Fett und die Stärke die gleichen Dienste thaten, wurde bei der Darreichung von Stärkemehl ebenfalls weniger Sauerstoff eingeathmet und etwas weniger Kohlensäure (100 : 97) ausgeschieden. Ebenso ist es bei den Versuchen S. 469, bei welchen sich die Kohlensäureabgabe bei Fett zu der bei Stärke wie 100 : 99 verhielt.

Mit den oben vorgelegten Ergebnissen unserer Versuche über die Bedeutung der Kohlehydrate für die Ernährung glauben wir zu einem gewissen Abschlusse der Aufgabe gekommen zu sein, die wir uns gestellt hatten, und die wesentlich darin bestand, genauer, als es bisher geschehen, zu prüfen, wie viel der Körper nicht bloss durch Darm und Nieren, sondern auch durch Haut und Lungen bei Hunger, ebenso bei verschiedener Nahrung, — verschieden sowohl in Qualität als Quantität — unter verschiedenen Umständen ausscheidet, ob und in welchen Verhältnissen einzelne Nahrungsstoffe sich gegenseitig vertreten und ergänzen können, welches die günstigsten Verhältnisse für Fleisch- (Eiweiss-) und Fett-Ansatz im Körper sind, ob der Fettansatz lediglich aus dem Fett der Nahrung und aus der Umsetzung des Eiweisses abgeleitet werden kann, oder ob auch eine Umwandlung des Zuckers (überhaupt der Kohlehydrate) in Fett angenommen werden muss, u. s. w. Unsere gemeinschaftlichen Untersuchungen sind die Fortsetzung der Arbeiten, welche der Eine von uns (V.) schon viel früher aufgenommen hatte, theils gemeinschaftlich mit Prof. v. Bischoff, theils allein: wir vereinigten uns zu gemeinsamer Arbeit, als die Versuche über Stoffwechsel und Ernährung zu der Ueberzeugung geführt hatten, dass gewisse und wichtige Fragen nicht beantwortet werden können, ohne die gasförmigen Einnahmen und Ausgaben des Körpers bis zu einem gewissen Grade mit in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Dieser Umstand führte bekanntlich zum Bau des Respira-

tionsapparates im hiesigen physiologischen Institute, welcher seit seiner Vollendung, seit mehr als 12 Jahren bei allen unseren gemeinschaftlichen Arbeiten gedient hat.

Die dabei zur Anwendung gekommenen Methoden, soweit sie die Bestimmung und Zusammensetzung der festen und flüssigen Nahrung oder der festen und flüssigen Ausscheidungen durch Darm und Nieren und die Feststellung des Eiweissumsatzes aus dem Stickstoffgehalte dieser Einnahmen und Ausgaben betreffen, sind bekannt und vielfach auch von Anderen schon angewendet und geprüft worden, und wir halten es nicht für nöthig, hierüber und namentlich auch nicht über das sogenannte Stickstoff-Deficit noch etwas hinzuzufügen; — hingegen die Bestimmung der gasförmigen Einnahmen und Ausgaben durch den Respirationsapparat ist bisher ausser uns nur von Wenigen vorgenommen worden, und da scheint es uns am Platze zu sein, schliesslich noch einige Worte darüber zu sagen, zunächst um die Bedenken abzulehnen, welche von Herrn Regnault[1]) gegen die Resultate geäussert worden sind, welche mit unserem Apparate gewonnen worden, insoferne er die Controlversuche, die wir zur Ermittelung der Fehlergrenzen für nothwendig gehalten haben und auf die wir uns stützen, nicht will gelten lassen.

Regnault's Bemerkungen beziehen sich vorzüglich auf das, was unter Anerkennnng der Verdienste Regnault's einer von uns (P.) über die „chemischen Untersuchungen von M. J. Reiset über die Respiration von landwirthschaftlichen Hausthieren" mit Bezug auf die Stickstoffausscheidung durch Haut und Lungen gesagt hat.[2]) Schon aus den früheren Versuchen von Regnault und Reiset in dieser Richtung hatte sich ergeben, dass der Stickstoff der Luft am Stoffwechsel der Thiere keinen Antheil zu nehmen scheint, indem da bald eine geringe Vermehrung, bald eine geringe Verminderung von Stickstoffgas auftritt, ohne dass sich irgend ein Gesetz dafür erkennen lässt. Da die Fehlergrenzen des Regnault-Reiset'schen Apparates nicht durch Controlversuche ermittelt waren, so lag

1) Seegen, Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. 1871. 2. Abtheil. Bd. LXIII.
2) Diese Zeitschrift 1865. Bd. I. S. 38.

es damals schon sehr nahe, das beobachtete Hin- und Her-Wandeln von Stickstoff theils innerhalb der Fehlergrenzen liegend zu betrachten, theils von Aufnahme oder Abgabe von Stickgas der atmosphärischen Luft abzuleiten, welches in begränzter Menge in die Säfte des in einem kleinen nie wechselnden Luftvolum eingeschlossenen Versuchsthieres ein- und austreten kann, ohne dass dieser Stickstoff irgend einen Antheil an der chemischen Zusammensetzung und Zersetzung der thierischen Substanzen nimmt. Dass dieser geringfügige Wechsel von Stickstoff, wie er sich bei den ersten Versuchen von Regnault und Reiset ergeben hat, von der Zersetzung oder Bildung eiweissartiger oder anderer stickstoffhaltiger Substanzen im Thierkörper herrühre, diesen Schluss haben die genannten Forscher aus ihren Versuchen selbst nicht gezogen, erst Andere haben nachher das sogenannte Stickstoffdeficit hieraus zu erklären gesucht. Nun kamen die besprochenen Versuche von Reiset an grösseren Thieren, die einiges enthielten, was mit anderen wohl constatirten Thatsachen geradezu unverträglich war. Es schien nun nothwendig, auf einige Möglichkeiten aufmerksam zu machen, von welchen diese widerspruchsvollen Resultate von Reiset herrühren könnten, und zu genauerer Prüfung aufzufordern, z. B. auf Diffusionswirkungen, welche trotz Kitt und Kautschuk stattfinden können, auf zufällige Undichtigkeiten, welche, wenn sie auch noch so klein sind, bei der langen Dauer der Versuche und dem verhältnissmässig so kleinen eingeschlossenen Stickstoffvolum doch merklich wirken können, und endlich auf Zustände der Thiere vor und während der Versuche selbst. Als einfachstes Mittel, ins Klare zu kommen, wurde den Herren Regnault und Reiset vorgeschlagen, Controlversuche zu machen, ähnlich, wie wir sie mit unserem Apparate regelmässig zeitweise anstellen, wobei sich hätte ergeben müssen, wie weit solche Abweichungen im Stickstoffgehalte der eingeschlossenen Luft ihres Apparates vorkommen, auch ohne dass man ein Thier oder eine andere Substanz in denselben bringt, welche Stickstoff abgeben oder aufnehmen könnte.

Diese Rathschläge erschienen um so begründeter, als die letzten Versuche von Reiset an landwirthschaftlichen Hausthieren geradezu Unglaubliches ergeben hatten. In einem Versuche (Nr. 3)

soll ein Schaf binnen 14 Stunden mehr Stickstoff gasförmig ausgeschieden haben, als sonst ein solches Thier in seiner vollen täglichen Nahrung in der Form von Eiweissstoffen einnimmt, oder für gewöhnlich in dieser Zeit in der Form von Harn und Koth zusammen ausscheidet. Mit Beziehung auf solche Vorkommnisse wurde daher von uns gesagt: „Dieses Experiment Nr. 3 beweist, dass im Apparate oder in der Methode irgend eine beträchtliche, nicht constante und noch nicht bekannte Fehlerquelle ist, — und wenn der Fehler einmal 30 Liter Stickstoff betragen kann, dann ist auch auf die Resultate, welche nur 2 und 3 Liter ergeben, kein Vertrauen mehr zu setzen."

Darauf hat nun Regnault bloss erwidert, dass sein Apparat stets hermetisch luftdicht, und das zugeführte Sauerstoffgas stets von Stickstoff frei gewesen sei, auf den eigentlichen Kern des Einwurfes geht er gar nicht ein, sondern stillschweigend darüber hinweg. Um so ausdrücklicher verwahrt er sich gegen die Zumuthung, dass auch er und Reiset an ihren Apparaten Controlversuche mit Kerzen anstellen sollten. Regnault entsetzt sich förmlich darüber und nennt das Verbrennen einer gewogenen Stearinkerze in einer gemessenen Menge atmosphärischer Luft und die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes derselben etwas barbarisches „un procédé barbare." Und warum? „La combustion d'une bougie est toujours incomplète, et donne des produits accessoires, qui troubleraient les résultats." Er scheint zu glauben, der Versuch sei noch nie gemacht worden, und aus theoretischen Gründen von vorneherein zu verwerfen. Regnault macht da Voraussetzungen, welche von Andern längst als irrig erwiesen sind. Die Controlversuche mit Kerzen aus Stearinsäure, deren Zusammensetzung durch Elementaranalyse ermittelt ist, welche wir, Henneberg und Stohmann und Andere so vielfach gemacht haben, beweisen zur Genüge, dass die Verbrennung bei hinreichender Sauerstoffzufuhr eine ganz vollständige ist und sein muss, weil man sonst die dem Kohlenstoffgehalte der verbrannten Stearinmenge entsprechende Menge Kohlensäure unmöglich immer mit solcher Genauigkeit in der Luft finden könnte, wie es wirklich der Fall ist.

Aber wenn dem auch nicht so und die Verbrennung keine so

vollständige wäre, so wäre gerade der Regnault'sche Apparat das beste und geeignetste Mittel, darzuthun, wie weit unvollständige Verbrennungsprodukte entstehen, denn gerade dieser Apparat eignet sich nach Angabe seiner Erfinder nicht bloss zur Bestimmung der Kohlensäure, sondern auch zur Bestimmung aller möglichen gas- oder dampfförmigen Produkte der unvollständigen Verbrennung (produits accessoires), von Wasserstoff, von allen Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd etc. ganz vorzüglich. Bei dieser Gelegenheit, wo sie bestimmen, wie viel von einer solchen Kerze unverbrannt bleibt, können sie auch ganz gut ermitteln, ob ihr Apparat ebenso genau arbeitet, wie wir es von dem unsrigen nachgewiesen haben. Wir müssen daher auch jetzt noch die Herren Regnault und Reiset wiederholt und lebhaft ermuntern, gleich uns Controlversuche mit ihren Apparaten anzustellen, und zu diesem Zwecke empfehlen wir bestens gute Stearinkerzen aus vielfacher Erfahrung.

Noch eine Frage wollen wir beantworten, die jetzt vielleicht Mancher an uns stellen möchte, nämlich ob denn unsere Erfahrungen, welche wir bei der „grossen" Anzahl von Versuchen mit unserem Apparate und in einer längeren Reihe von Jahren gemacht haben, es nicht wünschenswerth erscheinen lassen, das zu Grunde liegende Princip zu verlassen und zu einem anderen überzugehen. Wir müssen diese Frage entschieden mit Nein beantworten. Das Princip, das Versuchsthier unverletzt und ungebunden nicht in eine stagnirende Luft, oder unter sonst ungewohnte und von den gewöhnlichen natürlichen abweichende Verhältnisse zu bringen, sondern in einen beständig und beliebig mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft zu ventilirenden Raum zu setzen, in dem es sich frei bewegen kann, die wechselnde Luft genau zu messen, kleine Bruchtheile der ein- und austretenden Luft fortlaufend auf gewisse Bestandtheile zu untersuchen und die Differenz dann auf den ganzen Luftstrom zu rechnen, endlich die Fehlergränzen des Apparates und der Methoden durch Controlversuche zu ermitteln und festzustellen, hat sich so bewährt, dass wir es auch ferner beibehalten werden, und dieses Princip ist daher auch einem kleineren Respirationsapparate, der im hiesigen physiologischen Institute für Versuche an kleinen Thieren construirt worden ist, wieder und mit bestem Erfolge zu

Grunde gelegt worden. In der Technik, welche diesem Principe dient, sind einige werthvolle Erfahrungen und Verbesserungen seit dem Entstehen des ersten Apparates gemacht worden, und sind auch ferner noch zu machen; darauf wollen wir aber hier nicht eingehen; es findet sich bald eine andere Gelegenheit darüber zu sprechen, wenn einer von uns den neuen kleinen Respirationsapparat näher beschreiben wird.

Untersuchungen über die Zusammensetzung der Knochen bei kalk- oder phosphorsäurearmer Nahrung.

(Dritte Abhandlung.)

Ausgeführt von

H. Weiske und E. Wildt.

Referent: H. Weiske.)

Nachdem frühere Versuche[1]), welche auf hiesiger Versuchs-Station zur Ausführung gebracht worden waren, als Resultat ergeben hatten: dass einerseits die Entziehung von Kalk oder Phosphorsäure im Futter bei ausgewachsenen Thieren (Ziegen) zwar nachtheilige Folgen und zuletzt den Tod herbeiführte, auf die Zusammensetzung der Knochen aber ohne Einfluss blieb und nicht Knochenbrüchigkeit verursachte — dass aber auch andererseits[2]) verschiedenartige der Nahrung von Thieren des verschiedensten Alters (Kaninchen) beigemengte Erdphosphate auf die Zusammensetzung der Knochen nicht influirten — sollte jetzt durch weitere Versuche festgestellt werden, ob Kalk- oder Phosphorsäuremangel im Futter junger, im starken Wachsthum begriffener Thiere einen Einfluss auf die Knochenzusammensetzung ausübte.

Als Versuchsthiere wurden 3 circa 2½ Monate alte, frisch geschorene Lämmer der Southdown-Raçe von gleicher normaler Beschaffenheit verwendet, und zwar sollte Nr. I derselben mit sehr phosphorsäurearmem, Nr. II mit sehr kalkarmem Futter, Nr. III dagegen normal ernährt werden. Nr. I und II erhielten als Nahrung die bereits früher beschriebenen Stoffe, bestehend aus mit Salzsäure ausgezogenem Strohhäcksel, Stärke, Zucker, Caseïn unter Beigabe von kohlensaurem Calcium resp. phosphorsaurem Natrium und destillirtem Wasser. Nr. III erhielt gutes Wiesen-

---

1) Diese Zeitschrift Bd. VII S. 179 und 333.

2) Diese Zeitschrift Bd. VIII S. 239.

Heu nach Belieben. Jedes der Thiere befand sich ohne Streu in einem getrennten, mit Brettern ausgekleideten Stalle. Sowohl Lamm I als auch Lamm II nahmen das vorgelegte Futter ohne Widerwillen an und verzehrten das ihnen zugewogene Quantum stets vollständig und gleichmässig bis zum Schlusse des Versuches.

Während der 55tägigen Versuchsperiode vom 14. Mai bis zum 8. Juli 1872 hatte jedes der beiden Thiere folgendes Futterquantum consumirt:

8500.0 Grm. Strohhäcksel,
4250.0 Grm. Stärke,
1065.0 Grm. Zucker,
1065.0 Grm. Caseïn.

In dieser Futtermischung waren nach der bereits früher[1]) angeführten Analyse in Summa 10.73 Grm. Kalk und 21.29 Grm. Phosphorsäure enthalten, so dass jedem Thiere pro Tag nur 0.195 Grm. Kalk und 0.387 Grm. Phosphorsäure in seiner Nahrung zugeführt wurden, eine Quantität, die zumal für junge wachsende Thiere als verschwindend klein angesehen werden darf. Ausserdem hatte Thier I pro Tag 6.0 Grm. kohlensaures Calcium, Thier II dagegen 4.0 Grm. phosphorsaures Natrium erhalten.

Jeden Montag früh wurden alle 3 Lämmer nüchtern gewogen, wobei sich folgende Zahlen ergaben:

	Lamm I phosphorsäure-arme Nahrung	Lamm II kalkarme Nahrung	Lamm III normale Nahrung
Am 14. Mai	46.0 Pfd.	47.0 Pfd.	43.5 Pfd.
„ 20. „	45.0 „	44.5 „	44.5 „
„ 27. „	42.0 „	39.5 „	45.5 „
„ 3. Juni	40.0 „	35.0 „	48.5 „
„ 10. „	35.0 „	35.5 „	47.0 „
„ 17. „	34.5 „	33.5 „	50.5 „
„ 24. „	32.0 „	33.5 „	52.5 „
„ 1. Juli	33.4 „	35.0 „	54.5 „
„ 8. „	32.0 „	34.0 „	57.0 „
Gewichts - Zu- oder Abnahme	— 14.0 Pfd.	— 13.0 Pfd.	+ 13.5 Pfd.

[1]) Diese Zeitschrift Bd. VII S. 180.

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, zeigten die zu Anfang des Versuches in nahezu gleichem Ernährungszustande befindlichen 3 Thiere sehr bald je nach ihrer Fütterungsweise ein sehr verschiedenes Verhalten: Während Lamm III gleichmässig zunahm, verloren Lamm I und II in demselben Maasse an Gewicht. Am Schlusse des Versuches hatte das normal ernährte Lamm 13.5 Pfund zugenommen, dagegen war das lebende Gewicht der beiden andern Thiere im Durchschnitt um 13.5 Pfund gesunken. Die Differenz, welche sich im Laufe der 55tägigen Fütterung herausgestellt hatte, betrug demnach bei jedem der beiden abnorm gefütterten Lämmer gegenüber dem normal ernährten 27 Pfund d. i. 58 % des anfänglichen lebenden Gewichtes.

Am 8. Juli war Thier II dem Verenden nahe und auch Thier I so schwach, dass es kaum mehr aufzustehen vermochte. Es wurden daher alle 3 Lämmer geschlachtet, ihre einzelnen Bestandtheile gewogen und das gesammte Skelet behufs späterer Untersuchung präparirt. Erscheinungen von Knochenkrankheit liessen sich nach Aussage des hiesigen Thierarztes Prof. Dr. Dammann bei keinem der beiden abnorm ernährten Lämmer wahrnehmen. Die Schlachtresultate sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

	Lamm I		Lamm II		Lamm III	
	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts
Lebend. Gewicht	16000.00	—	17000.00	—	28500.00	—
Schlachtgewicht .	7640.00	47.75	7900.00	46.47	12620.00	44.28
Fell mit Klauen .	1460.00	9.12	1410.00	8.30	1250.00	4.38
Verblutungsblut .	767.25	4.80	562.55	3.31	1107.25	3.89
Leber	197.65	1.23	190.55	1.12	381.95	1.34
Lunge	197.05	1.23	176.35	1.04	256.95	0.90
Herz	79.35	0.50	86.35	0.51	112.75	0.40
Nieren	75.05	0.47	73.25	0.43	78.45	0.28
Milz	19.35	0.12	22.45	0.13	31.35	0.11
Magen, Gedärme mit Inhalt und Verlust . . .	5564.30	34.78	6578.50	38.69	12661.30	44.42
Summa	16000.00	100.00	17000.00	100.00	28500.00	100.00

Die Gewichte des lufttrockenen Skeletes, des Kopfes, Rumpfes und der Beine, sowie der vom 14. Mai bis 8. Juli gewachsenen Wolle waren nachstehende:

	Lamm I		Lamm II		Lamm III	
	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts	Absolut. Gewicht in Grms.	% des lebenden Gewichts
Skelet	1309.0	8.18	1205.0	7.09	1529.0	5.37
a. Kopf . . .	225.0	1.41	196.0	1.15	231.0	0.81
b. Rumpf . .	506.0	3.16	442.0	2.60	567.0	1.99
c. Beine . . .	578.0	3.61	567.0	3.34	731.0	2.57
α. os metacarpi d.[1] .	19.275	0.121	20.796	0.122	22.776	0.080
Wolle	115.0	0.72	140.0	0.82	262.0	0.92

Aus diesen Zahlen ergibt sich zunächst, dass die einzelnen Theile der verschiedenartig ernährten Thiere in verschiedenem Verhältniss ab, resp. zugenommen haben. Das Gewicht der Leber, Lunge, Herz, Milz, Wolle hat sich bei den beiden abnorm ernährten Lämmern im geraden Verhältniss zur Gesammtlebendgewichts-Abnahme vermindert, so dass hier die % Werthe bei allen 3 Thieren nahezu übereinstimmen; dagegen hat bei den Nieren, Fell mit Klauen und Skelet eine derartige proportionale Gewichtsverminderung nicht stattgefunden, und in Folge dessen fallen die betreffenden % Werthe bei dem normal ernährten Thiere nicht unbeträchtlich niedriger aus, als bei den beiden andern.

Ob das Skelet der beiden kalk-, resp. phosphorsäurearm ernährten Lämmer überhaupt eine Gewichtsvermehrung[2]) oder Verminderung während der 55 tägigen Fütterung erfahren hat, lässt sich, da das Gewicht des Skeletes zu Anfang des Versuches unbekannt ist, mit Bestimmtheit nicht ermessen. Ein Unterschied zwischen der Beschaffenheit der Knochen der abnorm und normal ernährten Thiere war mit Ausnahme des Fettgehaltes nicht zu bemerken. Die Knochen des normal gefütterten Lammes erwiesen

1) Spec. Gew. des wasser- und fettfreien Knochenpulvers. I., 2.2920 — II., 2.2836 — III., 2.2812.

2) Auf Kosten anderer Gewebsbestandtheile.

sich nämlich, wahrscheinlich in Folge des bessern Ernährungszustandes durchweg fettreicher.

Zur weiteren Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Knochen wurde wieder das os metacarpi dextri und sinistri verwendet und bei der Analyse das bereits früher angegebene Verfahren eingeschlagen. Da jedoch nach neueren Untersuchungen von Aeby[1]) und Wildt[2]) der Kohlensäuregehalt in den frischen Knochen ein grösserer ist, als in der daraus dargestellten Asche und auch durch Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak der ursprüngliche Kohlensäuregehalt nicht wieder erlangt wird, so wurde diesmal sowohl in der Knochensubstanz als auch in der entsprechenden Knochenasche der Kohlensäuregehalt bestimmt und das jedesmalige Deficit für den % Aschengehalt der Knochen in Rechnung gebracht. (S. nachstehende analytische Belege.) Von dem os metacarpi dextri eines jeden der 3 Versuchsthiere wurde wie früher die Gesammtmasse, von dem os metacarpi sinistri dagegen nur die compacte Substanz zur Untersuchung verwendet. Letztere war dadurch gewonnen worden, dass von jedem der angeführten Knochen ein gleichgrosses Mittelstück herausgesägt und dieses sorgfältig von accessorischen Bestandtheilen gereinigt wurde.

Alle nachstehenden Zahlen beziehen sich auf von Fett und in Wasser löslichen Bestandtheilen befreite Knochensubstanz und sind das Mittel zweier übereinstimmender Analysen:

A. os metacarpi dextri. (Ganzer Knochen.)

	Lamm I phosphorsäurearme Nahrung	Lamm II kalkarme Nahrung	Lamm III normale Nahrung
Organ. Substanz	32.86 %	35.68 %	33.18 %
Unorgan. „	67.14 „	64.32 „	66.82 „
a. Kalk	34.76 „	34.00 „	35.01 „
b. Magnesia	0.62 „	0.63 „	0.70 „
c. Phosphorsäure . . .	26.45 „	26.18 „	26.79 „

1) Journal f. prakt. Chemie (N. F.) Bd. V S. 308.
2) Landwirthschaftl. Versuchsstationen Bd. XV S. 404.

B. os metacarpi sinistri. (Compacte Substanz.)

	Lamm I phosphorsäure-arme Nahrung	Lamm II kalkarme Nahrung	Lamm III normale Nahrung
Organ. Substanz	29.80 %	30.15 %	29.64 %
Unorgan. „	70.20 „	69.85 „	70.36 „
a. Kalk	36.30 „	36.11 „	36.36 „
b. Magnesia	0.70 „	0.73 „	0.75 „
c. Phosphorsäure . . .	28.09 „	28.15 „	27.84 „

Das Ergebniss dieses Versuches mit jungen im Wachsthum begriffenen Thieren ist, wie besonders aus den hauptsächlich maassgebenden Zahlen für compacte Substanz deutlich hervorgeht, dasselbe wie bei den ausgewachsenen Thieren: Die Zusammensetzung der Knochen erleidet auch hier weder bei Kalk-, noch bei Phosphorsäurehunger eine irgendwie bemerkenswerthe Aenderung, sie ist überhaupt unabhängig vom Futter. In Folge der kalk- resp. phosphorsäurearmen Nahrung war die Entwicklung der gesammten Knochenmasse zwar eine geringere, als bei normaler, reichlicher Fütterung, jedoch wurde durch dieselbe in keinem Falle eine chemische oder physikalische Veränderung der Knochen (Knochenkrankheit) verursacht. Letztere entsteht vielleicht erst nach abnorm auftretender Säurebildung im Organismus, die eine theilweise Auflösung der Mineralbestandtheile der Knochen zur Folge hat, und auch eine neue Ablagerung dieser Stoffe verhindert. So gibt z. B. Haubner[1]) in neuester Zeit an, dass bei Fütterung von mineralstoffarmem Fleischmehl an Ferkel „eine geringe rhachitische Erkrankung und Säure in den ersten Wegen sich kund gegeben hatte.“

Bekanntlich wurde von Marchand, Weber, Ragsky, Lehmann, Schmidt u. A. im Harn und in den Knochen rhachitischer und osteomalacischer Individuen Milchsäure nachgewiesen, die vielleicht eher als Ursache der Knochenkrankheit angesehen werden könnte, als Mangel von Mineralstoffen in der Nahrung. Auch ist

1) Amtsblatt für d. landwirthschaftl. Vereine d. Königr. Sachsen 1873. Nr 9.

es neuerdings Heitzmann [1]) gelungen, durch Fütterung oder subcutane Injection von Milchsäure beim Fleischfresser Rhachitis und Osteomalacie künstlich hervorzurufen. [2])

Weitere Mittheilungen über Versuche in dieser Richtung, die ich gegenwärtig auf hiesiger Station mit Kaninchen behufs Untersuchung der Qualität und Quantität der Knochen bei vollständig kalk- und phosphorsäurefreier Nahrung (mit Salzsäure erschöpfend extrahirten Gerstenkörnern), ferner bei letzterer Nahrung unter Beigabe von phosphorsaurem Calcium, Magnesium, Strontium etc. angestellt habe, sollen demnächst folgen.

Analytische Belege.

Thier I. Os metacarpi dextri. Ganzer Knochen.

1.2925 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0440 Grm. CO_2 = 3.40 % } 3.36 % CO_2.
0.8905 „ „ „ = 0.0295 „ „ = 3.31 % }

1) 3.2370 Grm. wasserfr. Substanz = 2.0940 Grm. Asche, enthaltend 0.0265 Grm. CO_2 statt 0.1087 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0822 Grm. CO_2 = 2.1762 Grm. Asche = 67.23 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0245 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.011520 Grm. P_2O_5 = 0.36 % P_2O_5. — Ferner 2.0110 Grm. $CaCO_3$ = 1.12616 Grm. CaO = 34.79 % CaO. — Ferner 0.0600 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.021622 Grm. MgO = 0.67 % MgO und 0.038378 Grm. P_2O_5 = 1.19 % P_2O_5. — Ferner 1.2565 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.80371 Grm. P_2O_5 = 24.83 % P_2O_5, in Summa 26.38 % P_2O_5.

2) 3.0815 Grm. wasserfr. Substanz = 1.9860 Grm. Asche, enthaltend 0.0235 Grm. CO_2 statt 0.1035 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0800 Grm. CO_2 = 2.0660 Grm. Asche = 67.04 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0230 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.010815 Grm. P_2O_5 = 0.35 % P_2O_5. — Ferner 1.9105 Grm. $CaCO_3$ = 1.06988 Grm. CaO = 34.72 % CaO. — Ferner 0.0490 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.017658 Grm. MgO = 0.57 % MgO und 0.031842 Grm. P_2O_5 = 1.02 %; ferner 1.2115 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.77492 Grm. P_2O_5 = 25.14 %, in Summa 26.51 % P_2O_5.

Thier II.

1.3975 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0295 Grm. CO_2 = 2.11 % } 2.10 % CO_2.
1.1995 „ „ „ = 0.0250 „ „ = 2.09 % }

---

1) Wien. Anz. 1873. 113 und Chem. Centralblatt 1873. S. 601.

2) Die Urtheile der Thierärzte über Erfolg nach Beigabe von phosphorsaurem Calcium bei Knochenkrankheit sind sehr verschieden; die besten Resultate wurden wohl meist nach Beigabe von kohlensaurem Calcium erzielt. Auch Haubner verabreichte in dem oben angeführten Falle nicht phosphorsaures sondern kohlensaures Calcium.

1) 3.0630 Grm. wasserfr. Substanz = 1.9347 Grm. Asche, enthaltend 0.0260 Grm. CO_2 statt 0.0643 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0383 Grm. CO_2 = 1.9730 Grm. Asche = 64.41 %. — In dieser Asche sind enthalten 0.0150 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.007053 Grm. P_2O_5 = 0.23 % P_2O_5. — Ferner 1.8470 Grm. $CaCO_3$ = 1.03432 Grm. CaO = 33.77 % CaO. — Ferner 0.0530 $Mg_2P_2O_7$ = 0.01910 Grm. MgO = 0.62 % MgO und 0.03390 Grm. P_2O_5 = 1.11 % P_2O_5. — Ferner 1.1840 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.75733 Grm. P_2O_5 = 24.72 % P_2O_5, in Summa 26.06 % P_2O_5.

2) 3.0265 Grm. wasserfr. Substanz = 1.9200 Grm. Asche, enthaltend 0.0405 Grm. CO_2 statt 0.0636 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0231 Grm. CO_2 = 1.9431 Grm. Asche = 64.23 %. — In dieser Asche sind enthalten 0.0150 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.007058 Grm. P_2O_5 = 0.23 % P_2O_5. — Ferner 1.8505 Grm. $CaCO_3$ = 1.03628 Grm. CaO = 34.23 % CaO. — Ferner 0.0530 $Mg_2P_2O_7$ = 0.01910 Grm. MgO = 0.63 % MgO und 0.03390 Grm. P_2O_5 = 1.12 % P_2O_5. — Ferner 1.1800 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.75477 Grm. P_2O_5 = 24.94 % P_2O_5, in Summa 26.29 % P_2O_5.

Thier III.

1.1030 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0330 Grm. CO_2 = 2.99 % }
1.5790 „ „ „ = 0.0500 „ „ = 3.17 % } 3.08 % CO_2.

1) 2.7143 Grm. wasserfr. Substanz = 1.7830 Grm. Asche, enthaltend 0.0485 Grm. CO_2 statt 0.0839 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0344 Grm. CO_2 = 1.8174 Grm. Asche = 66.96 %. — In dieser Asche sind enthalten 0.0110 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.00517 Grm. P_2O_5 = 0.19 % P_2O_5. — Ferner 1.6995 Grm. $CaCO_3$ = 0.95172 Grm. CaO = 35.06 % CaO. — Ferner 0.0505 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.018198 Grm. MgO = 0.67 % MgO und 0.032302 Grm. P_2O_5 = 1.19 % P_2O_5. — Ferner 1.0705 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.68473 Grm. P_2O_5 = 25.23 % P_2O_5, in Summa 26.61 % P_2O_5.

2) 2.7855 Grm. wasserfr. Substanz = 1.7945 Grm. Asche, enthaltend 0.0235 Grm. CO_2 statt 0.0864 Grm., daher zu addiren 0.0629 Grm. CO_2 = 1.8574 Grm. Asche = 66.68 %. — In dieser Asche sind enthalten 0.0125 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.00588 Grm. P_2O_5 = 0.21 % P_2O_5. — Ferner 1.7390 Grm. $CaCO_3$ = 0.97384 Grm. CaO = 34.96 % CaO. — Ferner 0.0555 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.020010 Grm. MgO = 0.72 % MgO und 0.035490 Grm. P_2O_5 = 1.27 % P_2O_5. — Ferner 1.1100 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.71000 Grm. P_2O_5 = 25.49 % P_2O_5, in Summa 26.97 % P_2O_5.

Thier I. Os metacarpi sinistri. Compacte Substanz.

1.3815 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0515 Grm. CO_2 = 3.73 % CO_2.

1) 1.5970 Grm. wasserfr. Substanz = 1.0750 Grm. Asche, enthaltend 0.0160 Grm. CO_2 statt 0.0596 Grm., daher zu addiren 0.0436 Grm. CO_2 = 1.1186 Grm. Asche = 70.04 %. — In dieser Asche sind enthalten 0.0090 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.004232 Grm. P_2O_5 = 0.27 % P_2O_5. — Ferner 1.0340 Grm. $CaCO_3$ = 0.57904 Grm. CaO = 36.26 % CaO. — Ferner 0.0313 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.01128 Grm. MgO = 0.70 % MgO und 0.02002 Grm. P_2O_5 = 1.26 % P_2O_5. — Ferner 0.6590 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.42152 Grm. P_2O_5 = 26.39 % P_2O_5, in Summa 27.92 % P_2O_5.

2) 1.5615 Grm. wasserfr. Substanz = 1.0520 Grm. Asche, enhaltend 0.0115 Grm. CO_2 statt 0.0582 Grm., daher zu addiren 0.0467 Grm. CO_2 = 1.0987 Grm. Asche = 70.36 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0050 Grm. $Fe_2P_2O_8$ =

0.002351 Grm. P_2O_5 = 0.15 % P_2O_5. — Ferner 1.0130 Grm. $CaCO_3$ = 0.56728 Grm. CaO = 36.33 % CaO. — Ferner 0.0295 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.010631 Grm. MgO = 0.69 % MgO und 0.018869 Grm. P_2O_5 = 1.21 % P_2O_5. — Ferner 0.6565 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.41992 Grm. P_2O_5 = 26.89 % P_2O_5, in Summa 28.25 % P_2O_5.

Thier II.

1.6740 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0590 Grm. CO_2 = 3.53 % CO_2.

1) 1.6600 Grm. wasserfr. Substanz = 1.1170 Grm. Asche, mit 0.0165 Grm. CO_2 statt 0.0586 Grm., daher zu addiren 0.0421 Grm. CO_2 = 1.1591 Grm. Asche = 69.83 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0050 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.002351 Grm. P_2O_5 = 0.14 % P_2O_5. — Ferner 1.0700 Grm. $CaCO_3$ = 0.59920 Grm. CaO = 36.10 % CaO. — Ferner 0.0335 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.01207 Grm. MgO = 0.73 % MgO und 0.02143 Grm. P_2O_5 = 1.29 % P_2O_5. — Ferner 0.6935 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.44359 Grm. P_2O_5 = 26.72 % P_2O_5, in Summa 28.15 % P_2O_5.

2) 1.5475 Grm. wasserfr. Substanz = 1.0420 Grm. Asche, enthaltend 0.0155 Grm. CO_2 statt 0.0546 Grm., daher zu addiren 0.0391 Grm. CO_2 = 1.0811 Grm. Asche = 69.86 %. In dieser Asche sind enthalten 0.9980 Grm. $CaCO_3$ = 0.55890 Grm. CaO = 36.11 % CaO.

Thier III.

1.6865 Grm. wasserfr. Substanz = 0.0640 Grm. CO_2 = 3.80 % CO_2.

1) 1.7770 Grm. wasserfr. Substanz = 1.2035 Grm. Asche mit 0.0185 Grm. CO_2 statt 0.0675 Grm., daher zu addiren 0.0490 Grm. CO_2 = 1.2525 Grm. Asche = 70.48 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0045 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.002116 Grm. P_2O_5 = 0.12 % P_2O_5. — Ferner 1.1535 Grm. $CaCO_3$ = 0.64596 Grm. CaO = 36.36 % CaO. — Ferner 0.0365 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.013153 Grm. MgO = 0.74 % MgO und 0.023347 Grm. P_2O_5 = 1.31 % P_2O_5. — Ferner 0.7370 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.47141 Grm. P_2O_5 = 26.53 % P_2O_5, in Summa 27.96 % P_2O_5.

2) 1.7070 Grm. wasserfr. Substanz = 1.1520 Grm. Asche mit 0.0180 Grm. CO_2 statt 0.0649 Grm. CO_2, daher zu addiren 0.0469 Grm. CO_2 = 1.1989 Grm. Asche = 70.23 %. In dieser Asche sind enthalten 0.0065 Grm. $Fe_2P_2O_8$ = 0.002686 Grm. P_2O_5 = 0.16 % P_2O_5. — Ferner 1.1080 Grm. $CaCO_3$ = 0.62048 Grm. CaO = 36.35 % CaO. — Ferner 0.0360 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.012973 Grm. MgO = 0.76 % MgO und 0.023027 Grm. P_2O_5 = 1.35 % P_2O_5. — Ferner 0.6993 Grm. $Mg_2P_2O_7$ = 0.44730 Grm. P_2O_5 = 26.21 % P_2O_5, in Summa 27.72 % P_2O_5.

Einfluss der Einführung des Wassers der Spino-Quelle auf die Sterblichkeit an Abdominal-Typhus, gastrischem Fieber und auf die Gesammtsterblichkeit in der Stadt Roveredo.

Von

Dr. Ruggero Cobelli,

prakt. Arzt.

(Hiezu Tafel IV.)

Einleitende Bemerkung. Bei den Diskussionen, welche im ärztlichen Vereine von München über die Aetiologie des Typhus in den letzten Jahren stattgefunden haben, wurde wiederholt angeführt und auch noch in jüngster Zeit behauptet, dass die Stadt Roveredo durch Einführung eines neuen Trinkwassers frei von Typhus geworden sei, an dem diese Stadt früher oft heftig zu leiden hatte. Durch einen Freund aufmerksam gemacht, schrieb ich im Juli 1873 an Herrn Dr. Ruggero Cobelli, Arzt in Roveredo, der durch seine Untersuchungen und Schriften über das Leben und die Krankheiten der Seidenwürmer etc. etc. hinreichend bewiesen hat, dass er die nothwendige naturwissenschaftliche Unterlage für Beurtheilung ätiologischer Fragen besitze, und bat ihn, mir einige Fragen über Roveredo und das Vorkommen von Typhus in Stadt und Umgebung mit Rücksicht auf Trinkwasserversorgung zu beantworten. Herr Dr. Ruggero Cobelli hat nun die grosse Güte gehabt, diese Fragen in den folgenden VI Abschnitten in der objektivsten Weise und manche sehr eingehend und mit Aufwand vieler Mühe zu beantworten. Die Thatsachen scheinen mir so klar zu liegen und so entscheidend zu sein, dass ich dieselben mit Zustimmung ihres Autors hiemit der Oeffentlichkeit übergebe.

Max v. Pettenkofer.

I.

Roveredo liegt theils am Fusse des Gebirges, theils in der Ebene des Lägerthales (valle Lagarina), wesshalb einige seiner Häuser auf Jurakalkfelsen erbaut sind, andere auf dem Alluvium der Gebirgsbäche und der Etsch stehen, welches die Grundlage des ganzen Thales bildet. Von der Lage Roveredo's kömmt es, dass seine Höhe über dem Meeresspiegel in verschiedenen Theilen der Stadt verschieden ist, im Mittel beträgt sie 198 Meter. Die Einwohnerzahl von Roveredo betrug

im Jahre 1836 — 7273
„ 1857 — 8576
„ 1870 — 9063.

Herr Dr. Johann Gentilini, Professor am Gymnasium zu Roveredo, theilte mir gütigst aus seinen Beobachtungen folgende Angaben über die Regenmenge mit. Meteorologische Station von Roveredo. Höhe über dem Meere 198.47 Meter.

Monatliche Mittel in Pariser Linien aus den Beobachtungen von 1861—1869.

Januar	24.69
Februar	14.75
März	50.11
April	30.13
Mai	40.52
Juni	45.17
Juli	33.88
August	35.83
September	36.68
October	49.97
November	45.72
Dezember	18.83

Jahresmittel 425.91 Pariser Linien.

Das Trinkwasser, dessen sich die Bevölkerung von Roveredo bis zum Jahre 1845 bediente, war das des Gebirgsbaches Leno, ein Wasser, welches bei jedem leichten Regen sich trübt, und manchmal so, dass es schlammig, widerlich und sehr unangenehm zu trinken wird.

Es war am 4. Oktober 1845, als nach Ueberwindung sehr vieler Hindernisse das Trinkwasser der Spino-Quelle aus dem Brunnen

der Stadt sprudelte. Es ist wohl richtig, dass anfangs die Brunnen in der Stadt nicht so verbreitet waren, wie gegenwärtig, doch waren sie nicht so weit auseinander gelegen, dass desshalb nicht alle Einwohner von der Wohlthat des neuen Wassers hätten Gebrauch machen können. Man kann daher meines Erachtens sagen, dass die Einwohner der Stadt von 1845 an alle das neue Wasser tranken.

Nur im Kloster der Englischen Fräulein, welches ausserhalb der Stadt liegt, wurde das Wasser erst viel später, nämlich 1860 eingeführt.

II.

Es besteht keine Statistik in Roveredo weder von der Morbilität noch von der Mortalität an Typhus. Ich habe versucht, eine solche in der folgenden Tabelle zusammenzubringen, mit Zugrundelegung des Todtenbuches des hiesigen Magistrates. Ich muss jedoch folgende Bemerkungen vorausschicken:

1) Unter der Rubrik Typhus habe ich nur jene Fälle zusammengestellt, bei denen mir kein Zweifel aufsteigen konnte, und welche folgende Bezeichnungen trugen: Typhus, Ileotyphus, Pneumotyphus, Febris typhoidea, Dotienenteritis, Gastromeningitis, Gastroenteromeningitis, Gastroencephalitis, gastrisches Nervenfieber, Nervenfieber.

2) Ich hielt es für gut, auch alle Fälle zu sammeln, welche als gastrisches Fieber bezeichnet waren, sowohl weil unter diesem Namen jene Typhusfälle, welche nicht unter allen gewöhnlichen charakteristischen Erscheinungen aufgetreten sind, verborgen sein können, als auch weil ich, selbst wenn das nicht so wäre, sehen wollte, ob die Einführung des Spino-Wassers irgend einen Einfluss auch auf jenes, gehabt habe. Aus diesem Grunde zeichnete ich, wie man gleich sehen wird, die Curven des Typhus und der febris gastrica getrennt auf und daneben noch eine gemeinschaftliche Curve.

3) Weggelassen habe ich jene Fälle, die als febris miliaris, febris catarrhalis oder febris mucosa bezeichnet waren, erstens weil ich nicht wohl wusste, wo sie unterbringen, und zweitens weil

ich die Frage nicht berühren wollte, ob febris miliaris einfach ein Typhus oder eine Krankheit für sich ist. Endlich hätten die äusserst wenigen Fälle dieser Art die Mortalitätscurve nicht merklich zu ändern vermocht.

In der folgenden Tabelle finden sich jeden Monat von 1836 bis 1872 inclusive alle Todesfälle an Typhus, und die an gastrischem Fieber. Ich hielt für gut, schliesslich die Summe von jeder dieser Krankheiten, sowie die Summe der Todesfälle in der ganzen Stadt beizufügen. Aus dieser letzteren Angabe machte ich die Curve von der Gesammtsterblichkeit der Stadt, während der angeführten Reihe von Jahren, um zu sehen, ob vielleicht darauf die Einführung des Wassers einen Einfluss gehabt habe.

(Siehe die Tabelle auf S. 554 und S. 555.)

Aus den Zahlen in dieser Tabelle lassen sich folgende Jahresmittel ziehen.

Für die Sterblichkeit an Typhus von	1836—1845 inclus.	5.9
	1846—1855	1.5
	1856—1865	3.2
	1866—1872	3 4
Für die Sterblichkeit an gastrischem Fieber von	1836—1845 inclus.	8.6
	1846—1855	12.5
	1856—1865	7.8
	1866—1872	3.4
Für die Sterblichkeit an beiden zusammen von	1836—1845 inclus.	14.5
	1846—1855	14.0
	1856—1865	11.0
	1866—1872	6.7
Für die Sterblichkeit an allen Krankheiten von	1836—1845 inclus.	325.3
	1846—1855	320.4
	1856—1865	266·2
	1866—1872	245.1

Es ist zu bemerken, dass die asiatische Cholera in Roveredo sich dreimal zeigte:

1) 1836 tödtete sie 278 Personen.

2) 1849 kehrte österreichisches Militär aus Venedig nach der Einnahme der Stadt zurück, und hatte im Castell 7 Todesfälle an asiatischer Cholera. Da sie aber im Castell abgesondert waren,

Jahr	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli	
	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber
1836	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	3
1837	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	—
1838	1	1	—	1	1	—	—	3	1	1	—	—	—	—
1839	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
1841	1	1	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—	—	—
1842	2	—	5	2	3	2	4	2	1	3	3	3	—	3
1843	1	2	—	1	1	—	1	—	2	1	—	—	—	—
1844	—	3	—	2	1	—	—	—	—	2	—	—	—	1
1845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—
1846	—	—	—	1	1	3	—	—	—	3	—	.1	—	3
1847	—	1	—	1	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—
1848	—	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6
1849	—	1	—	3	1	2	—	—	—	1	—	—	—	2
1850	1	1	—	—	1	—	—	—	—	3	—	—	—	—
1851	—	2	—	—	—	2	—	3	—	—	—	—	—	3
1852	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
1853	—	2	—	2	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
1854	—	—	—	—	—	1	—	1	—	3	—	1	—	2
1855	—	1	—	1	1	1	—	1	—	1	—	2	3	—
1856	—	1	—	—	—	2	—	—	—	1	—	2	2	—
1857	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	3	1
1858	—	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	1	—	—
1859	1	3	—	—	—	2	—	1	—	1	1	—	1	1
1860	—	—	—	1	1	2	—	1	—	1	1	—	—	1
1861	—	—	—	—	1	—	2	—	—	1	—	—	—	2
1862	—	—	—	1	—	1	—	2	—	2	—	—	—	—
1863	1	2	—	—	—	·1	—	1	—	2	—	2	—	—
1864	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1865	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—
1866	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1867	1	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1868	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1869	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
1870	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	1	1	—
1871	—	2	1	1	—	1	—	2	—	—	1	1	—	—
1872	1	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—

August		September		October		November		Dezember		Summe		Gesammt-Sterblichkeit des Jahres
Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	Typhus	Gastrisches Fieber	
2	2	1	—	2	—	1	—	—	—	9	8	586
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	4	2	301
—	2	1	1	—	—	1	—	2	2	7	11	273
1	—	—	—	1	—	1	2	—	—	4	3	280
—	—	—	—	1	7	—	—	1	1	2	9	296
1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	5	5	301
—	1	—	—	—	3	—	1	-	—	18	20	341
—	—	—	2	—	2	—	—	—	4	5	12	322
—	1	—	1	—	1	—	—	—	1	1	12	298
2	1	1	1	—	1	—	—	—	—	4	4	255
—	2	—	1	1	—	—	—	—	1	2	15	311
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	239
2	4	1	2	—	3	—	1	—	—	3	20	379
—	1	—	—	—	4	—	—	—	—	1	14	369
—	—	—	5	—	2	—	2	—	—	2	13	353
—	4	—	2	—	—	—	—	—	2	—	18	337
—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	10	294
—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	1	9	262
—	1	—	—	—	—	—	2	—	1	—	12	270
—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	5	9	390
—	—	2	—	1	—	1	2	—	1	6	9	278
—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	4	8	264
1	2	1	—	—	2	—	—	—	—	3	9	288
1	—	1	1	—	—	—	1	—	3	5	13	286
—	1	—	—	1	—	—	—	—	2	3	9	314
—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	4	5	230
—	1	—	—	1	—	1	—	—	1	2	8	236
—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	2	10	260
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	5	269
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	2	242
—	—	—	2	—	—	—	1	1	—	1	4	268
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	276
—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	2	272
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5	218
—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	4	3	250
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	7	270
2	—	1	—	3	—	2	—	—	1	11	3	262

verbreitete sich die Krankheit in der Stadt nicht, wo die Wenigsten von der Thatsache wussten.

3) 1855 waren 87 Todesfälle an asiatischer Cholera.

III.

Bemerkungen. Um die Thatsachen, welche sich in den Zahlen obiger Tabelle aussprechen, mehr in die Augen springend zu machen, kann man die 4 Curven entwerfen, die auf Tafel IV mitgetheilt sind:

I. Curve der Sterblichkeit an Typhus,
II. „ „ „ „ gastrischem Fieber,
III. „ „ „ „ beiden zusammen,
IV. „ „ „ „ allen Krankheiten.

Diese Curven zeigen auf den ersten Blick:

1) Dass die Sterblichkeit an Typhus, an gastrischem Fieber, an beiden zusammen und die Gesammtsterblichkeit der Stadt schon in Abnahme waren zur Zeit der Einführung des Wassers;

2) dass die Sterblichkeit an Typhus im ersten Jahrzehent nach der Einführung des Wassers abnahm, um im zweiten und dritten wieder zu steigen;

3) dass die Sterblichkeit an gastrischem Fieber im ersten Jahrzehent nach der Einführung des Wassers stieg, um im zweiten und dritten abzunehmen;

4) dass die Sterblichkeit an Typhus und gastrischem Fieber zusammen, sowie auch die Gesammtsterblichkeit der Stadt im ersten Jahrzehent der Einführung des Wassers nahezu ganz gleich blieb, um im zweiten und dritten zu fallen.

Ein Blick auf die Mittelzahlen der Sterblichkeiten in diesen vier Jahrzehnten gibt gleiche Resultate. Was die Gesammtsterblichkeit der Stadt betrifft, muss bemerkt werden, dass wenn der ungewöhnlich hohen Zahl von 1836 von 586 (in Folge von 278 Todesfällen an asiatischer Cholera) in dem der Einführung des Wassers vorausgehenden Jahrzehent, die höchste Ziffer des folgenden Decenniums, die von 1855 mit 390 substituirt wird, so erhält man für das Jahrzehent 1836 bis 1845 eine mittlere Jahressterblichkeit von 305.7, und dann hätten wir im ersten Decennium der Einführung des Wassers eine hinreichend beträchtliche Zunahme in der Gesammtsterblichkeit der Stadt.

Gewiss Niemand wird die Abnahme, die man im zweiten und dritten Jahrzehent seit Einführung des Wassers in der Sterblichkeit an gastrischem Fieber, an Typhus und gastrischem Fieber zusammen und in der Gesammtsterblichkeit der Stadt gehabt hat, der Einführung des neuen Trinkwassers zuschreiben wollen.

Es ist wahr, die Gesammtsterblichkeit einer Stadt hat sehr viele Faktoren, aber ein vergleichender Blick auf diese verschiedenen Curven zeigt, dass der Typhus und das gastrische Fieber einen mächtigen Einfluss darauf haben; denn von den vier höchsten Puncten der Curve fallen die von 1836 und 1855 mit der asiatischen Cholera, die von 1842 mit Typhus und gastrischem Fieber, und die von 1848 mit dem gastrischen Fieber zusammen.

Mit den Krankheiten, welche die übrigen hohen Sterblichkeitsziffern veranlasst haben, hoffe ich mich ein andermal zu beschäftigen und ebenso mit den Ursachen, welche in den letzten Jahren eine so beträchtliche Abnahme der allgemeinen Sterblichkeit der Stadt trotz der Zunahme der Bevölkerung bewirkt haben. Für jetzt glaube ich, ohne in einen Irrthum zu verfallen, folgenden Schluss ziehen zu können:

Die Einführung des neuen Trinkwassers von der sogenannten Spino-Quelle hat keinen wahrnehmbaren Einfluss weder auf die Sterblichkeit an Typhus, noch auf die an gastrischem Fieber, noch auf die Gesammtsterblichkeit der Stadt Roveredo ausgeübt.

IV.

Um weiter unzweifelhaft zu beweisen, dass Roveredo trotz dem neuen Trinkwasser der Spino-Quelle von Zeit zu Zeit doch noch eine Typhusepidemie haben kann, dazu genügt mir die Thatsache, welche ich im vergangenen Jahre mit eigenen Augen gesehen habe. Im Juni 1872 hat der Magistrat von Roveredo auf höheren Befehl allen Aerzten der Stadt aufgetragen, jeden Fall der epidemisch herrschenden Krankheit anzuzeigen, und wöchentlich über die neu zugegangenen, die geheilten, die gestorbenen und die in Behandlung verbliebenen Fälle zu berichten.

Im Zeitraume von vier Monaten (August, September, Oktober und November) wurden 38 Typhusfälle angemeldet, von denen 8

starben und 30 genasen. Wenn man noch rechnet, dass in den vorausgehenden Monaten 3 weitere Todesfälle an Typhus stattfanden, und dass wahrscheinlich der eine oder andere Fall nicht angemeldet wurde, weil vielleicht kein Arzt gerufen wurde (ein Fall, der nicht selten ist), so muss man sagen, dass die Typhusfälle im Jahre 1872 sich mindestens auf 50 beliefen, was eine hinreichend starke Morbilität für eine so kleine Stadt wie Roveredo ist.[1])

Ich muss daraus schliessen, dass Roveredo 1872 trotz des neuen Trinkwassers von der Spino-Quelle eine Typhusepidemie hatte.

V.

Das Kloster der Englischen Fräulein liegt ausserhalb der Stadt. Da wurde das Wasser von der Spino-Quelle 1860 eingeführt. Es ist keine Statistik über die Morbilität an Typhus und gastrischem Fieber vorhanden, und es ist nicht möglich, selbst nur annähernde Angaben zu bekommen, weil die zwei Aerzte, welche das Kloster von 1836 bis 1871 besorgten, die Doktoren Johann Bapt. Baroni und Johann Aberle, gestorben sind. Es bleibt daher nichts übrig, als die Statistik der Mortalität an Typhus, gastrischem Fieber und andern Krankheiten zu nehmen, welche in den Todtenlisten mit verdächtigem Namen bezeichnet sind.

Die Todesfälle der folgenden Tabelle umfassen alle Zöglinge:

1840	1	Todesfall	an	Nervenfieber mit Friesel (febbre nervosa con miliare)
1849	1	„	„	„ „ „ „ „ „ „
1850	1	„	„	Nervenfieber
1850	1	„	„	Schleimfieber.
1854	1	„	„	Abdominaltyphus.
1858	1	„	„	Gehirntyphus.
1859	1	„	„	Typhoidfieber.
1860	1	„	„	schleichendem Schleimfieber (febbre mucosa lenta).
1860	1	„	„	Gastromeningitis.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass seit der Einführung des neuen Wassers von der Spino-Quelle im Kloster der Englischen Fräulein bis zum gegenwärtigen Augenblicke keine Todesfälle an diesen Krankheiten mehr vorgekommen sind.

1) Dass die Annahme von 50 Typhusfällen auf 11 Todesfälle ein Minimum ist, geht aus den Erfahrungen in München hervor, wo man durchschnittlich auf 1 Todesfall an Typhus 10 Erkrankungsfälle rechnen darf. D. R.

Ist das ein zufälliges Zusammentreffen? Ich glaube ja! wegen der oben angeführten Thatsachen, und ich zweifle nicht, dass es gehen wird wie mit der Prophezeiung von Professor Max Pettenkofer, die für Roveredo bereits eingetroffen ist, dass über kurz oder lang auch das Kloster der Englischen Fräulein wieder Fälle von Typhus und gastrischem Fieber haben wird.

VI.

Endlich ist der Typhus keine unbekannte Krankheit in den Ortschaften des Distriktes Roveredo, die viele, man kann sagen jedes Jahr einige davon heimsucht, um sie in anderen Jahren wieder in Frieden zu lassen, ohne Rücksicht auf die Güte des Trinkwassers.

Um sich davon eine Vorstellung zu machen, genügt es, einen Blick auf beifolgende Tabelle zu werfen, in welcher alle Namen der Orte des Hauptmannschafts-Bezirkes Roveredo verzeichnet sind, mit der treffenden Einwohnerzahl und der Typhussterblichkeit im Jahre 1872. Diese Thatsachen wurden mir von Herrn Bezirksarzt Dr. Joseph Aberle angegeben.

Laufende Nummer	Name des Ortes.	Einwohnerzahl.	Typhus-Todesfälle 1872.	Laufende Nummer	Name des Ortes.	Einwohnerzahl.	Typhus-Todesfälle 1872.
1	Castellano . .	872	7	22	Volano . . .	1571	3
2	Mori. . . .	4267	18	23	Aldeno . . .	1528	—
3	Vallarsa . .	3396	9	24	Besenello . .	1486	—
4	Terragnólo .	2208	6	25	Borghetto . .	486	—
5	Ala	4218	5	26	Chienio. . .	194	—
6	Brentonico .	4025	4	27	Chizzola . .	551	—
7	Cimone . . .	945	2	28	Garniga . .	604	—
8	Pomarollo . .	1489	3	29	Isera. . . .	681	—
9	Avio. . . .	3183	2	30	Lenzima . .	220	—
10	Calliano . .	1023	2	31	Marano. . .	262	—
11	Folgaria . .	3384	2	32	S. Margherita	412	—
12	Lizzana . .	1772	1	33	Noarna-Sasso.	437	—
13	Manzano . .	264	2	34	Nomesino . .	251	—
14	Marco . . .	820	1	35	Noriglio . .	1346	—
15	Nogaredo . .	621	1	36	Patone . . .	402	—
16	Nomi . . .	939	1	37	Pederzano . .	653	—
17	Pannone . .	513	1	38	Ronzo . . .	202	—
18	Pilcante . .	613	1	39	Serravalle . .	411	—
19	Reviano-Folas	157	1	40	Valle S. Felice	484	—
20	Sacco . . .	2092	2	41	Villa Lagarina	289(?)	—
21	Trambilleno .	1498	2				

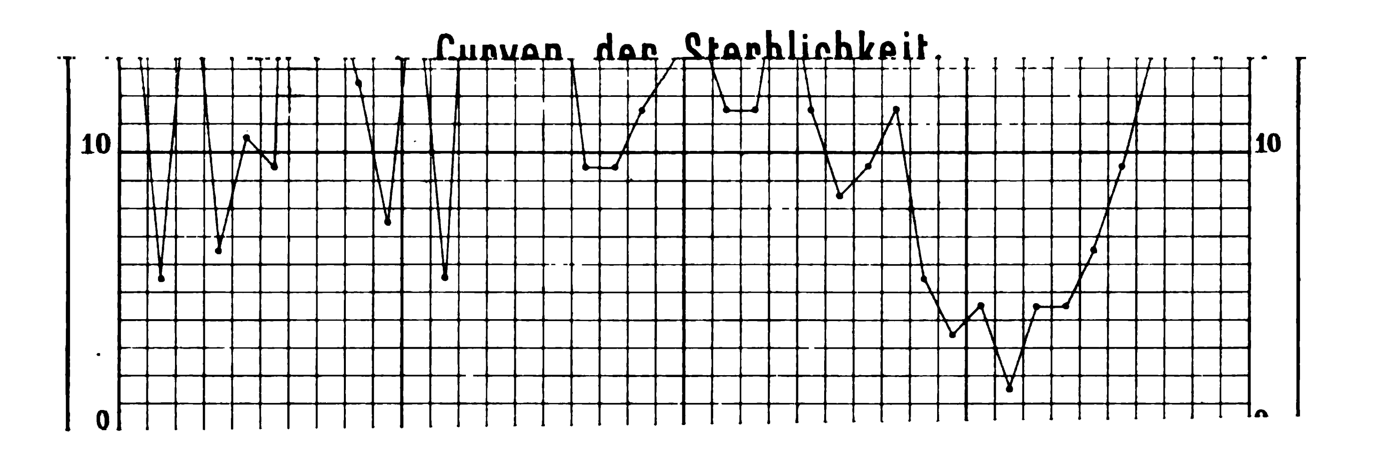
Von diesen Ortschaften haben einige gutes Trinkwasser, andere schlechtes, und unter diesen beiden Kategorien findet man ebenso viele von Typhus ergriffen, als frei.

Um ein Beispiel zu geben, erwähne ich nur Castellano im Gebirge 798 Meter über dem Meeresspiegel gelegen, der erste Ort des Thales, welcher den Gruss der aufgehenden Sonne empfängt, mit einer Bevölkerung von 872 Einwohnern, mit gutem Quellwasser versehen.

Ein Arbeiter, aus Ungarn heimkehrend, brachte im Juni 1872 den Typhus dahin, und gab den Anfang zu einer Epidemie, an welcher während des Jahres 1872 sieben Personen starben und welche im Augenblicke, in dem ich schreibe, (20. Sept. 1873) noch andauert. Damit beabsichtige ich nicht, zu beweisen, dass der Typhus contagiös sei, sondern will nur die Thatsache betonen, dass der erste Kranke ein Arbeiter aus Ungarn war.

Anderseits haben wir das Dorf Borghetto, welches nur 150 Meter über dem Meeresspiegel liegt, eine Bevölkerung von 502 Einwohnern hat und mit schlechtem Trinkwasser versehen ist, wo im Jahre 1872 kein Todesfall an Typhus vorkam.

Roveredo, den 20. September 1873.


Curven der Sterblichkeit.
10
0
10





